



ISSN 2074-8566

# **ВЕСНІК**

## **ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА ЎНІВЕРСІТЭТА**

**2018 № 4(101)**



# **ВЕСНІК**

## **ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА ЎНІВЕРСІТЭТА**

**НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫ ЧАСОПІС**

Выдаецца з верасня 1996 года  
Выходзіць чатыры разы ў год

**2018**  
**№ 4(101)**

**ЗАСНАВАЛЬНІК:** установа адукацыі «Віцебскі дзяржаўны  
ўніверсітэт імя П.М. Машэрава»

**Рэдакцыйная калегія:**

**І.М. Прышчэпа** (*галоўны рэдактар*),  
**А.А. Чыркін** (*нам. галоўнага рэдактара*)

**Т.Г. Алейнікава, Г.П. Арлова, Я.Я. Аршанскі, В.М. Балаева-Ціхамірава,**  
**М.М. Вараб'ёў, М.Ц. Вараб'ёў** (*адказны за раздзел «Матэматыка»*),  
**А.М. Галкін, С.А. Ермачэнка, А.М. Залеская, У.В. Іваноўскі, Я.А. Краснабаеў,**  
**В.Я. Кузьменка** (*адказны за раздзел «Біялогія»*), **П.І. Навіцкі,**  
**С.У. Нікалаенка, Н.А. Ракава** (*адказны за раздзел «Педагогіка»*),  
**Г.Г. Сушко, Ю.В. Трубнікаў**

**Рэдакцыйны савет:**

**А.Р. Александровіч** (*Польшча*), **Го Вэньбін** (*Кітай*),  
**В.І. Казарэнкаў** (*Расія*), **Ф.М. Ліман** (*Украіна*),  
**Э. Рангелава** (*Балгарыя*), **В.А. Шчарбакоў** (*Малдова*)

**Сакратарыят:**

**Г.У. Разбоева** (*адказны сакратар*),  
**В.Л. Пугач, І.У. Волкава, А.М. Фенчанка**

Часопіс «Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта» ўключаны ў Пералік  
навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў  
дысертацыйных даследаванняў па біялагічных, педагогічных,  
фізіка-матэматычных навук, а таксама цытуецца і рэферыруецца  
ў рэфератыўных выданнях УІНІТІ

**Адрас рэдакцыі:**

210038, г. Віцебск, Маскоўскі пр-т, 33,  
пакой 202, т. 58-48-93.  
E-mail: [nauka@vsu.by](mailto:nauka@vsu.by)  
<http://www.vsu.by>

Рэгістрацыйны № 750 ад 27.10.2009.

Падпісана ў друк 11.12.2018. Фармат 60×84 1/8. Папера друкарская.  
Ум. друк. арк. 15,11. Ул.-выд. арк. 10,97. Тыраж 156 экз. Заказ 174.

© Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта, 2018

# ЗМЕСТ

## МАТЭМАТЫКА

<b>Трубников Ю.В., Чернявский М.М.</b> Расходящиеся степенные ряды и формулы приближенного аналитического нахождения решений алгебраических уравнений .....	5
<b>Ломовцев Ф.Е., Устилко Е.В.</b> Критерий корректности смешанной задачи для общего уравнения колебаний полуграниченной струны с нестационарной характеристической первой косою производной в граничном условии .....	18
<b>Вислобоков Н.Ю.</b> Численное моделирование процесса формирования пульсирующего канала распространения мощного светового импульса в прозрачных диэлектриках .....	29

## БІЯЛОГІЯ

<b>Борисевич М.Н., Красочко П.А., Прищепа И.М.</b> Полиномиальные, логарифмические и экспоненциальные математические функции при построении моделей в биологических исследованиях .....	38
<b>Колмаков П.Ю., Антонова Е.В.</b> Пути и принципы развития консортивных связей .....	44
<b>Гляковская Е.И., Жоров Д.Г., Буга С.В.</b> Фенологические группы инвазивных видов членистоногих-фитофагов – вредителей зеленых насаждений Гродненского Понеманья .....	49
<b>Клюев В.А.</b> Содержание радиоактивных веществ в грибах и растениях .....	54
<b>Сушко Г.Г., Шатарнова О.И., Лукашук А.О.</b> Водные полужесткокрылые (Insecta, Heteroptera) верховых болот Белорусского Поозерья .....	60
<b>Высоцкий Ю.И., Мерзвинский Л.М., Морозов И.М., Торбенко А.Б.</b> Анализ распространения инвазии борщевика на территории Городокского района Витебской области ....	66

## ПЕДАГОГІКА

<b>Резько П.Н.</b> Методически грамотная модель преподавания делового английского языка как фактор повышения конкурентоспособности белорусского бизнеса на международной арене .....	73
<b>Міхайлава А.Л.</b> Дыягнаставанне ступені этнічнасці будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы як перадумовы іх паспяховай прафесійнай дзейнасці (на прыкладзе Віцебскага рэгіёна) .....	79
<b>Талай В.А., Будневич А.А.</b> Влияние спортивных мегасобытий на развитие индустрии туризма .....	85
<b>Сучков А.К., Казимиров Е.П.</b> Особенности формирования физической подготовленности студентов к предстоящей профессиональной деятельности (на примере учреждений высшего образования аграрного профиля) .....	92
<b>Климкович О.А., Кураш И.Я., Яковлев С.М.</b> Первая типовая программа по русскому языку как иностранному для беженцев и лиц, ищущих убежища, обучающихся в вузах Республики Беларусь по программе УВКБ ООН .....	99
<b>Шкирьянов Д.Э., Константинова А.В.</b> Фитнес на мини-батутах в физическом воспитании студентов непрофильных УВО: история возникновения, предпосылки внедрения, структура и содержание занятия .....	109
<b>Прищепа И.М., Малах О.Н., Дударев А.Н.</b> Формирование культуры здорового образа жизни у учащихся-спортсменов в условиях училища олимпийского резерва .....	119



# CONTENTS

## M A T H E M A T I C S

<b>Trubnikov Yu.V., Chernyavsky M.M.</b> Divergent Power Series and Formulas of the Approached Analytical Solution of Algebraic Equations .....	5
<b>Lomovtsev F.E., Ustilko E.V.</b> Correctness Criterion of a Mixed Problem for the General Oscillation Equation of a Semi-Bounded String with a Nonstationary Characteristic of First Directional Derivative in a Boundary Condition .....	18
<b>Vislobokov N.Y.</b> Numerical Simulation of the Process of Forming a Pulsating Channel for the Distribution of a Powerful Light Pulse in Transparent Dielectrics .....	29

## B I O L O G Y

<b>Borisevich M.N., Krasochko P.A., Prishchepa I.M.</b> Polynomial, Logarithmic and Exponential Mathematical Functions in Building Models in Biological Research .....	38
<b>Kolmakov P.Yu., Antonova E.V.</b> Ways and Principles of Consort Links Development .....	44
<b>Hliakouskaya K.I., Zhorov D.G., Buga S.V.</b> Phenological Groups of Invasive Phytophagous Insects-Pests of Green Planting in Grodno Neman Basin Region .....	49
<b>Klyuev V.A.</b> Content of Radioactive Substances in Mushrooms and Plants .....	54
<b>Sushko G.G., Shatarnova O.I., Lukashuk A.O.</b> Water Bugs (Insecta, Heteroptera) of Peat Bog Water Bodies of the Belarusian Lake District (Poozeriye) .....	60
<b>Vysotski Yu.I., Merzhvinski L.M., Morozov I.M., Torbenko A.V.</b> Analysis of Hogweed Invasion Distribution on the Territory of Gorodok District of Vitebsk Region .....	66

## P E D A G O G Y

<b>Rezko P.N.</b> Methodologically Literate Model of Teaching Business English as a Factor of Increasing the Competitiveness of Belarusian Business in the International Affairs .....	73
<b>Mikhailova A.L.</b> Diagnosis of the Degree of Ethnicity of Would-be Social Sphere Specialists as a Prerequisite for their Successful Professional Activity (on the Example of Vitebsk Region) .....	79
<b>Talai V.A., Budnevich A.A.</b> Influence of Sports Mega-Events on the Development of Tourism Industry .....	85
<b>Suchkov A.K., Kazimirov E.P.</b> Features of Shaping Physical Readiness of Students for the Upcoming Professional Activities (the Example of Agrarian Universities) .....	92
<b>Klimkovich O.A., Kurash I.Ya., Yakovlev S.M.</b> First Model Russian as a Foreign Language Curriculum for Refugees and Asylum Seekers, UNHCR Program University Students in the Republic of Belarus .....	99
<b>Shkiryanov D.E., Konstantinova A.V.</b> Mini Trampoline Fitness in Physical Education of Non-Sports University Students: History of Emergence, Prerequisites of Introduction, Class Structure and Content .....	109
<b>Prishchepa I.M., Malakh O.N., Dudarev A.N.</b> Shaping Student Sportsmen's Culture of Healthy Lifestyle in the Conditions of Olympic Reserve School .....	119



# МАТЭМАТЫКА

УДК 517.537.32

## Расходящиеся степенные ряды и формулы приближенного аналитического нахождения решений алгебраических уравнений

Ю.В. Трубников, М.М. Чернявский

Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машерова»

Актуальность работы определяется тем, что приближенное представление корней алгебраических полиномов в виде рациональных функций от коэффициентов дает возможность управлять движением корней, изменяя нужным образом коэффициенты полинома, что может найти применение в некоторых задачах управления.

Цель статьи – получить простой и эффективный алгоритм представления корней алгебраического полинома произвольной степени в виде рациональной функции от коэффициентов, используя возможности систем компьютерной математики, а также дать обоснование его применимости и привести ряд примеров.

**Материал и методы.** Материалом исследования являются алгебраические полиномы  $P_n(z) = z^n + a_1 z^{n-1} + \dots + a_{n-1} z + a_n$ , а также представления в виде рядов функции

$\frac{1}{P_n(z)} = c_0 + c_1 z + \dots + c_m z^m + \dots$ ;  $\frac{1}{P_n(z)} = h_1 z^{-1} + \dots + h_m z^{-m} + \dots$ . Использованы методы математического

анализа и система компьютерной математики Maple 2016.

**Результаты и их обсуждение.** Доказаны две теоремы. В теореме 1 утверждается, что если на окружности радиуса  $r=|z_1|$  ( $z_1$  – минимальный по модулю корень) нет других корней, то  $z_1 = \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{c_j}{c_{j+1}}$ . В теореме 2 аналогичный

результат получен для максимального по модулю корня, т.е. если на окружности радиуса  $R$  ( $R=|z_1|$ , где  $z_1$  – максимальный по модулю корень) нет других корней, то  $z_1 = \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{h_{j+1}}{h_j}$ .

**Заключение.** Предложен новый алгоритм для получения формул приближенного нахождения наименьшего и наибольшего по модулю корней алгебраического уравнения произвольной степени через его коэффициенты. На конкретных примерах показана прямая связь разработанного алгоритма с формулами Никипорца приближенного нахождения корня полинома через его коэффициенты.

**Ключевые слова:** алгебраические уравнения, приближенное решение, расходящийся ряд, степенной ряд, решение через коэффициенты.



# Divergent Power Series and Formulas of the Approached Analytical Solution of Algebraic Equations

Yu.V. Trubnikov, M.M. Chernyavsky

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

The current problem is approximate representation of the solutions of the algebraic polynomials in the form of rational functions of the coefficients that makes it possible to direct the shift of the radicals, when changing the polynomial coefficients in the right way, which can be used in some problems of controlling.

The purpose of the article is getting a simple and efficient algorithm for the representation of the radicals of the algebraic polynomials of the arbitrary degree through the rational function of the coefficients, using the capabilities of system of computer mathematics as well as giving justification of its application and showing some examples.

**Material and methods.** The algebraic polynomials  $P_n(z) = z^n + a_1 z^{n-1} + \dots + a_{n-1} z + a_n$  and the representations in the forms of series of the function  $\frac{1}{P_n(z)} = c_0 + c_1 z + \dots + c_m z^m + \dots$ ;  $\frac{1}{P_n(z)} = h_1 z^{-1} + \dots + h_m z^{-m} + \dots$  were research materials. Methods of the mathematical analysis and system of computer mathematics Maple 2016 were used in the research.

**Findings and their discussion.** Two theorems are proved. Theorem 1 claims that if a circle of radius  $r = |z_1|$  ( $z_1$  – the least modulo radical) has no other radicals then  $z_1 = \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{c_j}{c_{j+1}}$ . In theorem 2, a similar result is obtained for the maximum modulo solution, i.e. if there are no other roots on the circle of radius  $R(R = |z_1|$  where the maximum modulo root), then the formula is  $z_1 = \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{h_{j+1}}{h_j}$ .

**Conclusion.** A new algorithm for deriving formulas of the approached determination of the maximum and minimum modulo the radicals of the algebraic equation of the third degree through its coefficients is offered. Specific examples show a direct link of the algorithm with the formulas of Nikiports approximate calculation of a root of a polynomial through its coefficients.

**Key words:** algebraic equations, approximate solution, divergent series, power series, solution through coefficients.

Актуальность работы определяется тем, что приближенное представление корней алгебраических полиномов в виде рациональных функций от коэффициентов дает возможность управлять движением корней, изменяя нужным образом коэффициенты полинома. Результаты такого представления могут найти применение в некоторых задачах управления.

Цель статьи – используя возможности систем компьютерной математики, получить простой и эффективный алгоритм представления корней алгебраического полинома произвольной степени в виде рациональной функции от коэффициентов, дать обоснование его применимости и привести ряд примеров.

**Материал и методы.** Материалом исследования являются алгебраические полиномы комплексного аргумента  $z$

$$P_n(z) = z^n + a_1 z^{n-1} + \dots + a_{n-1} z + a_n,$$

а также представления в виде степенных рядов функции

$$\frac{1}{P_n(z)} = c_0 + c_1 z + \dots + c_m z^m + \dots; \quad \frac{1}{P_n(z)} = h_1 z^{-1} + \dots + h_m z^{-m} + \dots$$

с целью установления связи между поведением коэффициентов этих рядов и формулами для минимального (максимального) по модулю корня уравнения

$$P_n(z) = 0.$$

Методы исследования: методы математического анализа с использованием системы компьютерной математики Maple 2016.

**Результаты и их обсуждение.** Доказаны две теоремы. В теореме 1 утверждается, что если на окружности радиуса  $r = |z_1|$  ( $z_1$  – минимальный по модулю корень) нет других корней, то  $z_1 = \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{c_j}{c_{j+1}}$ ,

где числитель и знаменатель – коэффициенты ряда, представленного выше.

В теореме 2 аналогичный результат получен для максимального по модулю корня, т.е. если на окружности радиуса  $R$  ( $R = |z_1|$ , где  $z_1$  – максимальный по модулю корень) нет других корней,

$$\text{то } z_1 = \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{h_{j+1}}{h_j}.$$

Сам факт, что в некоторых случаях (например, при отсутствии других корней на соответствующих окружностях, что и выясняется в данной статье) эти пределы дают значение корней, был известен еще Д. Бернулли и Л. Эйлеру. Однако реализовать такой простой по сути факт для получения рациональных приближений для корней долгое время не удавалось из-за отсутствия требуемой вычислительной техники. Отметим, что Л. Эйлер, который долгое время изучал полученный впервые Д. Бернулли данный факт, так и не смог сформулировать и доказать соответствующие теоремы об условиях его применимости. В своем известном труде «Введение в анализ бесконечных» он писал: «Достоинственный Даниил Бернулли указал в Записках Петербургской академии (т. III) на замечательное применение рекуррентных рядов к нахождению корней уравнений любой степени; он показал, каким образом при помощи рекуррентных рядов можно выразить весьма близко к истине значения корней любого алгебраического уравнения какой бы то ни было степени. Это открытие часто приносит весьма большую пользу... Дело в том, что иногда сверх ожидания оказывается, что посредством этого метода нельзя узнать никакого корня уравнения...» [1, с. 251].

В настоящее время, когда разложения в ряды можно доводить до нескольких тысяч слагаемых, отношения коэффициентов членов ряда дают возможность с любой степенью точности проследить движение корней в зависимости от изменения коэффициентов полинома, т.е. управлять поведением корней.

В многочисленных работах, обзор которых имеется в монографии В.И. Шмойлова, коэффициенты рядов находятся при помощи определителей [2]. В примерах, рассмотренных авторами настоящей статьи, выражения вида  $c_j / c_{j+1}$  находятся прямым разложением функции  $1 / P_n(z)$  в ряд с использованием систем компьютерной математики. Это дает простой и быстрый в программировании алгоритм получения приближенных выражений корня алгебраического уравнения через коэффициенты в виде дробно-рациональных функций.

Ниже представлены осуществленные авторами статьи доказательства основных теорем, применяемых в работе для получения искомых формул выражения корней алгебраического уравнения через коэффициенты.

**Лемма 1.** Ряд Тейлора для функции комплексного аргумента  $z$

$$f(z) = \frac{1}{(z - z_1)^n} \quad (n = 1, 2, \dots) \quad (1)$$

имеет вид

$$\frac{1}{(z - z_1)^n} = \frac{(-1)^n}{(n-1)!} \frac{1}{z_1^n} \sum_{j=0}^{\infty} (1+j)(2+j) \dots (n-1+j) \left( \frac{z}{z_1} \right)^j. \quad (2)$$

**Доказательство.** При  $n = 1$

$$\frac{1}{z - z_1} = -\frac{1}{z_1} \cdot \frac{1}{1 - \frac{z}{z_1}}.$$

и при  $|z| < |z_1|$  видим, что второй множитель в последнем выражении представляет собой сумму членов бесконечно убывающей геометрической прогрессии со знаменателем  $z / z_1$ . С учетом этого получаем



$$-\frac{1}{z_1} \cdot \frac{1}{1 - \frac{z}{z_1}} = -\frac{1}{z_1} \sum_{k=0}^{\infty} \left( \frac{z}{z_1} \right)^k.$$

Далее при  $n = 2$

$$\frac{1}{(z - z_1)^2} = -\frac{d}{dz} \left( \frac{1}{z - z_1} \right) = \frac{(-1)^2}{z_1} \sum_{k=0}^{\infty} k \left( \frac{z}{z_1} \right)^{k-1} \frac{1}{z_1} = \frac{(-1)^2}{z_1^2} \sum_{k=1}^{\infty} k \left( \frac{z}{z_1} \right)^{k-1},$$

так как при  $k = 0$  первое слагаемое равно нулю.

При  $n = 3$

$$\frac{1}{(z - z_1)^3} = -\frac{1}{2!} \cdot \frac{d}{dz} \left( \frac{1}{z - z_1} \right)^2 = -\frac{1}{2!} \frac{(-1)^2}{z_1^2} \sum_{k=1}^{\infty} k(k-1) \left( \frac{z}{z_1} \right)^{k-2} \frac{1}{z_1} = \frac{(-1)^3}{2!} \frac{1}{z_1^3} \sum_{k=2}^{\infty} k(k-1) \left( \frac{z}{z_1} \right)^{k-2}.$$

Сделаем предположение индукции:

$$\frac{1}{(z - z_1)^{n-1}} = \frac{(-1)^{n-1}}{(n-2)!} \cdot \frac{1}{z_1^{n-1}} \sum_{k=n-2}^{\infty} k(k-1) \dots (k-(n-3)) \left( \frac{z}{z_1} \right)^{k-(n-2)}, \quad (3)$$

тогда

$$\begin{aligned} \frac{1}{(z - z_1)^n} &= -\frac{1}{n-1} \cdot \frac{d}{dz} \left[ (z - z_1)^{-(n-1)} \right] = -\frac{1}{n-1} (-(n-1)) (z - z_1)^{-n} = \\ &= -\frac{1}{n-1} \frac{(-1)^{n-1}}{(n-2)!} \cdot \frac{1}{z_1^{n-1}} \sum_{k=n-2}^{\infty} k(k-1) \dots [k-(n-3)] \cdot [k-(n-2)] \left( \frac{z}{z_1} \right)^{k-(n-1)} \frac{1}{z_1} = \\ &= \frac{(-1)^n}{(n-1)!} \cdot \frac{1}{z_1^n} \sum_{k=n-1}^{\infty} k(k-1) \dots (k-(n-2)) \left( \frac{z}{z_1} \right)^{k-(n-1)}. \end{aligned} \quad (4)$$

В выражении (4) сделаем подстановку

$$k - (n-1) = j,$$

то есть

$$k - n = j - 1,$$

тогда

$$\begin{aligned} k(k-1) \dots (k-n+2) &= (k-n+2)(k-n+3) \dots (k-n+n-1)(k-n+n) = \\ &= (j+1)(j+2) \dots (j+n-2)(j+n-1), \end{aligned}$$

то есть

$$\frac{1}{(z - z_1)^n} = \frac{(-1)^n}{(n-1)!} \cdot \frac{1}{z_1^n} \sum_{j=0}^{\infty} (1+j)(2+j) \dots (n-1+j) \left( \frac{z}{z_1} \right)^j.$$

Таким образом, лемма 1 доказана.

Далее нам потребуются свойства коэффициентов ряда Тейлора вида (6) для выражения

$$\frac{a_1}{z - z_1} + \frac{a_2}{(z - z_1)^2} + \dots + \frac{a_m}{(z - z_1)^m} = \quad (5)$$

$$= \sum_{j=0}^{\infty} c_j z^j. \quad (6)$$

Пусть

$$c_j = c_{1,j} + c_{2,j} + \dots + c_{m,j},$$

где  $c_{s,j}$  ( $s = 1, 2, \dots, m$ ) – коэффициенты при  $z^j$  рядов Тейлора (6) для функций

$$f_s(x) = \frac{a_s}{(z - z_1)^s} \quad (s = 1, 2, \dots, m).$$

**Лемма 2.** Имеет место равенство

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \frac{c_{s,j}}{c_{m,j}} = 0 \quad (s = 1, 2, \dots, m-1). \quad (7)$$

**Доказательство.** Действительно, учитывая выражение (2), находим

$$\begin{aligned} \frac{c_{s,j}}{c_{m,j}} &= \frac{\frac{(-1)^s}{(s-1)!} \cdot \frac{a_s}{z_1^s} (1+j)(2+j) \dots (s-1+j) \frac{1}{z_1^j}}{\frac{(-1)^m}{(m-1)!} \cdot \frac{a_m}{z_1^m} (1+j)(2+j) \dots (m-1+j) \frac{1}{z_1^j}} = \\ &= (-1)^{m-s} \frac{(m-1)!}{(s-1)!} \cdot \frac{a_s}{a_m} z_1^{m-s} \cdot \frac{(1+j)(2+j) \dots (s-1+j)}{(1+j)(2+j) \dots (m-1+j)}. \end{aligned}$$

И так как  $s < m$ , то

$$\frac{c_{s,j}}{c_{m,j}} = (-1)^{m-s} \frac{(m-1)!}{(s-1)!} \cdot \frac{a_s}{a_m} z_1^{m-s} \cdot \frac{1}{(s+j) \dots (m-1+j)}. \quad (8)$$

Из равенства (8) следует, что

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \frac{c_{s,j}}{c_{m,j}} = 0.$$

Лемма 2 доказана.

Далее пусть  $|z_1| < |z_2|$ . Рассмотрим ряд Тейлора для суммы функций

$$\frac{a_1}{z - z_1} + \frac{a_2}{(z - z_1)^2} + \dots + \frac{a_m}{(z - z_1)^m} + \frac{b_1}{z - z_2} + \frac{b_2}{(z - z_2)^2} + \dots + \frac{b_n}{(z - z_2)^n}.$$

Запишем этот ряд в следующем виде:

$$\sum_{j=0}^{\infty} c_{1,j} z^j + \dots + \sum_{j=0}^{\infty} c_{m,j} z^j + \sum_{j=0}^{\infty} d_{1,j} z^j + \dots + \sum_{j=0}^{\infty} d_{n,j} z^j = \sum_{j=0}^{\infty} u_j z^j. \quad (9)$$

**Лемма 3.** Имеет место равенство

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \frac{d_{s,j}}{c_{m,j}} = 0 \quad (s = 1, 2, \dots, n). \quad (10)$$

**Доказательство.** Действительно,

$$\frac{d_{s,j}}{c_{m,j}} = (-1)^{m-s} \frac{(m-1)!}{(s-1)!} \cdot \frac{b_s}{a_m} \frac{z_1^m}{z_2^s} \cdot \frac{(1+j)(2+j) \dots (s-1+j)}{(1+j)(2+j) \dots (m-1+j)} \left( \frac{z_1}{z_2} \right)^j. \quad (11)$$

Поведение правой части равенства (11) зависит от множителя

$$\frac{(1+j)(2+j) \dots (s-1+j)}{(1+j)(2+j) \dots (m-1+j)} \left( \frac{z_1}{z_2} \right)^j. \quad (12)$$

При  $s \leq m$  этот множитель очевидным образом стремится к нулю при  $j \rightarrow \infty$ . При  $s > m$  данный множитель имеет вид

$$(s+j)(s+1+j) \dots (m-1+j)$$

и представим в виде

$$j^{s-m} + v_1 j^{s-m-1} + \dots + v_{s-m-1} j + v_{s-m}$$

с некоторыми коэффициентами  $v_\mu$  ( $\mu = 1, 2, \dots, s-m-1$ ), не зависящими от  $j$ , а так как

$$\lim_{j \rightarrow \infty} j^\mu \left( \frac{z_1}{z_2} \right)^j = 0 \quad (\mu = 1, 2, \dots, s-m), \quad (13)$$



то и

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \frac{d_{s,j}}{c_{m,j}} = 0,$$

что доказывает справедливость леммы 3.

**Лемма 4.** Пусть  $|z_1| < |z_2|$  и  $u_j$  ( $j = 0, 1, 2, \dots$ ) – коэффициенты ряда (9). Тогда

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \frac{u_j}{u_{j+1}} = z_1. \quad (14)$$

**Доказательство.** Проведем следующие преобразования:

$$\frac{u_j}{u_{j+1}} = \frac{c_{1,j} + \dots + c_{m-1,j} + c_{m,j} + d_{1,j} + \dots + d_{n,j}}{c_{1,j+1} + \dots + c_{m-1,j+1} + c_{m,j+1} + d_{1,j+1} + \dots + d_{n,j+1}} = \frac{c_{m,j} \left( \frac{c_{1,j}}{c_{m,j}} + \dots + \frac{c_{m-1,j}}{c_{m,j}} + 1 + \frac{d_{1,j}}{c_{m,j}} + \dots + \frac{d_{n,j}}{c_{m,j}} \right)}{c_{m,j+1} \left( \frac{c_{1,j+1}}{c_{m,j+1}} + \dots + \frac{c_{m-1,j+1}}{c_{m,j+1}} + 1 + \frac{d_{1,j+1}}{c_{m,j+1}} + \dots + \frac{d_{n,j+1}}{c_{m,j+1}} \right)}.$$

В силу лемм 2 и 3 все дроби, расположенные в скобках, стремятся к нулю при  $j \rightarrow \infty$ . Остается вычислить

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \frac{c_{m,j}}{c_{m,j+1}} = \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{\frac{(-1)^m}{(m-1)!} \cdot \frac{a_m}{z_1^m} (1+j)(2+j) \dots (m-1+j) \frac{1}{z_1^j}}{\frac{(-1)^m}{(m-1)!} \cdot \frac{a_m}{z_1^m} (2+j)(3+j) \dots (m-1+j+1) \frac{1}{z_1^{j+1}}} = z_1 \cdot \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{j+1}{j+m} = z_1,$$

что и подтверждает справедливость данной леммы.

Заметим, что свойства рядов Тейлора, приведенные в леммах 2–4, сохраняются и в общем случае для дроби

$$\frac{1}{(z-z_1)^m (z-z_1)^n \dots (z-z_1)^v},$$

поскольку последнюю дробь можно разложить на простейшие:

$$\frac{1}{(z-z_1)^m (z-z_1)^n \dots (z-z_1)^v} = \frac{a_1}{z-z_1} + \dots + \frac{a_m}{(z-z_1)^m} + \frac{b_1}{z-z_2} + \dots + \frac{b_n}{(z-z_2)^n} + \frac{u_1}{z-z_p} + \dots + \frac{u_v}{(z-z_p)^v} \quad (0 < |z_1| < |z_2| < \dots < |z_p|). \quad (15)$$

Таким образом, доказана

**Теорема 1.** Пусть ряд Тейлора функции

$$f(z) = \frac{1}{(z-z_1)^m (z-z_2)^n \dots (z-z_p)^v} \quad (0 < |z_1| < |z_2| < \dots < |z_p|)$$

имеет вид

$$f(z) = \sum_{j=0}^{\infty} c_j z^j,$$

тогда

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \frac{c_j}{c_{j+1}} = z_1.$$

Если же корни  $z_1, z_2$  расположены на одной окружности  $0 < |z_1| = |z_2|$  и  $z_1 \neq z_2$ , то  $\lim_{j \rightarrow \infty} \frac{c_j}{c_{j+1}}$

не существует. Например,

$$\begin{aligned}\frac{1}{(z-z_1)(z-z_2)} &= \frac{a_1}{z-z_1} + \frac{a_2}{z-z_2} = -\frac{a_1}{z_1} \cdot \frac{1}{1-\frac{z}{z_1}} - \frac{a_2}{z_2} \cdot \frac{1}{1-\frac{z}{z_2}} = \\ &= -\frac{a_1}{z_1} \cdot \sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{z}{z_1}\right)^j - \frac{1}{z_2} \cdot \sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{z}{z_2}\right)^j = -\sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{a_1}{z_1^{j+1}} + \frac{a_2}{z_2^{j+1}}\right) z^j.\end{aligned}$$

В этом случае

$$\frac{c_j}{c_{j+1}} = \frac{\frac{a_1}{z_1^{j+1}} + \frac{a_2}{z_2^{j+1}}}{\frac{a_1}{z_1^{j+2}} + \frac{a_2}{z_2^{j+2}}} = \frac{a_1 z_2^{j+1} + a_2 z_1^{j+1}}{a_1 z_2^{j+2} + a_2 z_1^{j+2}} \cdot z_1 z_2 = \frac{z_1^{j+1}}{z_1^{j+2}} \cdot \frac{a_1 \left(\frac{z_2}{z_1}\right)^{j+1} + a_2}{a_1 \left(\frac{z_2}{z_1}\right)^{j+2} + a_2} \cdot z_1 z_2 = z_2 \cdot \frac{a_1 \left(\frac{z_2}{z_1}\right)^{j+1} + a_2}{a_1 \left(\frac{z_2}{z_1}\right)^{j+2} + a_2}.$$

Если, например,  $z_1 = e^{i\varphi_1}$ ,  $z_2 = e^{i\varphi_2}$ , то

$$\frac{z_2}{z_1} = e^{i(\varphi_2 - \varphi_1)} = e^{i\varphi} \quad (0 < \varphi < 2\pi).$$

Последовательность  $(e^{i\varphi})^j = e^{ji\varphi} \quad (j=0, 1, 2, \dots)$  предела не имеет.

Далее в статье будет приведено доказательство аналогичной теоремы, связывающей максимальный по модулю корень алгебраического уравнения с коэффициентами ряда Лорана для функции  $1/f(z)$ .

**Лемма 5.** Разложение в ряд Лорана функции

$$f(z) = \frac{1}{(z-z_1)^n} \quad (n=1, 2, \dots) \quad (16)$$

имеет вид

$$\frac{1}{(z-z_1)^n} = \frac{1}{(n-1)!} \sum_{j=n}^{\infty} (j-n+1)(j-n+2) \dots (j-n+n-1) z_1^{j-n} z^{-j} \quad (|z| > |z_1|). \quad (17)$$

**Доказательство.** При  $n=1$

$$\frac{1}{z-z_1} = \frac{1}{z} \cdot \frac{1}{1-\frac{z_1}{z}}.$$

Второй множитель в последнем выражении представляет собой сумму членов бесконечно убывающей геометрической прогрессии со знаменателем  $z_1/z$ . С учетом этого получаем

$$\frac{1}{z} \cdot \frac{1}{1-\frac{z_1}{z}} = \frac{1}{z} \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{z_1}{z}\right)^k.$$

При  $n=2$

$$\frac{1}{(z-z_1)^2} = -\frac{d}{dz} \left( \frac{1}{z-z_1} \right) = -\sum_{k=0}^{\infty} \left( -(k+1) z_1^k z^{-(k+2)} \right) = \sum_{k=0}^{\infty} (k+1) z_1^k z^{-(k+2)}.$$

При  $n=3$

$$\frac{1}{(z-z_1)^3} = -\frac{1}{2!} \frac{d}{dz} \left( \frac{1}{z-z_1} \right) = -\frac{1}{2!} \left( -\sum_{k=0}^{\infty} (k+1)(k+2) z_1^k z^{-(k+3)} \right) = \frac{1}{2!} \sum_{k=0}^{\infty} (k+1)(k+2) z_1^k z^{-(k+3)}.$$

Предположение индукции.

$$\frac{1}{(z-z_1)^{n-1}} = \frac{1}{(n-2)!} \sum_{k=0}^{\infty} (k+1)(k+2) \dots (k+n-2) z_1^k z^{-(k+n-1)}.$$

Тогда

$$\frac{1}{(z-z_1)^n} = -\frac{1}{n-1} \cdot \frac{d}{dz} \left[ (z-z_1)^{-(n-1)} \right] = -\frac{1}{n-1} \cdot \frac{1}{(n-2)!} \times$$

$$\times \sum_{k=0}^{\infty} (k+1)(k+2) \dots (k+n-2)(k+n-1) z_1^k z^{-(k+n)} = \frac{1}{(n-1)!} \sum_{k=0}^{\infty} (k+1)(k+2) \dots (k+n-1) z_1^k z^{-(k+n)}.$$

Сделаем замену

$$k+n=j.$$

Следовательно,

$$\frac{1}{(z-z_1)^n} = \frac{1}{(n-1)!} \sum_{j=n}^{\infty} (j-n+1)(j-n+2) \dots (j-n+n-1) z_1^{j-n} z^{-j}.$$

Лемма 5 доказана.

Далее нам потребуются некоторые свойства разложения в ряд Лорана выражения

$$\frac{a_1}{z-z_1} + \frac{a_2}{(z-z_1)^2} + \dots + \frac{a_m}{(z-z_1)^m}. \quad (18)$$

**Лемма 6.** Пусть разложение в ряд Лорана выражения (18) имеет вид

$$\sum_{j=1}^{\infty} c_{1,j} z^{-j} + \sum_{j=2}^{\infty} c_{2,j} z^{-j} + \dots + \sum_{j=m}^{\infty} c_{m,j} z^{-j}.$$

Тогда имеет место равенство

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \frac{c_{s,j}}{c_{m,j}} = 0 \quad (s=1, 2, \dots, m-1).$$

**Доказательство.** Вычислим отношение

$$\frac{c_{s,j}}{c_{m,j}} = \frac{\frac{1}{(s-1)!} z_1^{j-s} (j-s+1)(j-s+2) \dots (j-s+s-1)}{\frac{1}{(m-1)!} z_1^{j-m} (j-m+1)(j-m+2) \dots (j-m+m-1)} =$$

$$= \frac{(m-1)!}{(s-1)!} z_1^{m-s} \frac{(j-s+1)(j-s+2) \dots (j-s+s-1)}{(j-m+1)(j-m+2) \dots (j-m+m-1)}.$$

Числитель последней дроби представляет собой полином по  $j$  степени  $s-1$ , а знаменатель – полином по аргументу  $j$  степени  $m-1$ , т.е. при  $s < m$

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \frac{c_{s,j}}{c_{m,j}} = 0,$$

что полностью доказывает справедливость леммы 6.

Пусть при  $|z_1| > |z_2|$  ряд Лорана для функции

$$\frac{a_1}{z-z_1} + \frac{a_2}{(z-z_1)^2} + \dots + \frac{a_m}{(z-z_1)^m} + \frac{b_1}{z-z_2} + \frac{b_2}{(z-z_2)^2} + \dots + \frac{b_n}{(z-z_2)^n}$$

имеет вид

$$\sum_{j=1}^{\infty} c_{1,j} z^{-j} + \sum_{j=2}^{\infty} c_{2,j} z^{-j} + \dots + \sum_{j=m}^{\infty} c_{m,j} z^{-j} + \sum_{j=1}^{\infty} d_{1,j} z^{-j} + \sum_{j=2}^{\infty} d_{2,j} z^{-j} + \dots + \sum_{j=n}^{\infty} d_{n,j} z^{-j} = \sum_{j=p}^{\infty} c_j z^{-j},$$

где  $p \geq \max(m, n)$ .

**Лемма 7.** Имеет место равенство

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \frac{d_{k,j}}{c_{m,j}} = 0 \quad (k=1, 2, \dots, n).$$

Доказательство. Действительно,

$$\begin{aligned} \frac{d_{k,j}}{c_{m,j}} &= \frac{\frac{1}{(k-1)!} z_2^{j-k} (j-k+1)(j-k+2)\dots(j-k+k-1)}{\frac{1}{(m-1)!} z_1^{j-m} (j-m+1)(j-m+2)\dots(j-m+m-1)} = \\ &= \frac{(m-1)!}{(k-1)!} \cdot \frac{z_1^m}{z_2^k} \cdot \frac{(j-k+1)(j-k+2)\dots(j-k+k-1)}{(j-m+1)(j-m+2)\dots(j-m+m-1)} \cdot \left(\frac{z_2}{z_1}\right)^j = \text{const} \cdot \frac{P(j)}{Q(j)} \cdot q^j, \end{aligned}$$

где

$$|q| = \left| \frac{z_2}{z_1} \right| < 1.$$

Очевидно, что

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \frac{P(j)}{Q(j)} \cdot q^j = 0,$$

следовательно,

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \frac{d_{k,j}}{c_{m,j}} = 0.$$

Лемма 7 доказана.

**Теорема 2.** Пусть ряд Лорана функции

$$f(z) = \frac{1}{(z-z_1)^m (z-z_2)^n \dots (z-z_p)^v} \quad (0 < |z_p| < |z_{p-1}| < \dots < |z_1|)$$

имеет вид

$$f(z) = \sum_{j=1}^{\infty} c_j z^{-j},$$

тогда

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \frac{c_{j+1}}{c_j} = z_1.$$

Доказательство. Вычислим отношение

$$\frac{c_{j+1}}{c_j} = \frac{c_{1,j+1} + \dots + c_{m-1,j+1} + c_{m,j+1} + d_{1,j+1} + \dots + d_{n,j+1}}{c_{1,j} + \dots + c_{m-1,j} + c_{m,j} + d_{1,j} + \dots + d_{n,j}} = \frac{c_{m,j+1} \left( \frac{c_{1,j+1}}{c_{m,j+1}} + \dots + \frac{c_{m-1,j+1}}{c_{m,j+1}} + 1 + \frac{d_{1,j+1}}{c_{m,j+1}} + \dots + \frac{d_{n,j+1}}{c_{m,j+1}} \right)}{c_{m,j} \left( \frac{c_{1,j}}{c_{m,j}} + \dots + \frac{c_{m-1,j}}{c_{m,j}} + 1 + \frac{d_{1,j}}{c_{m,j}} + \dots + \frac{d_{n,j}}{c_{m,j}} \right)}.$$

Все дроби, расположенные в скобках, в силу лемм 6 и 7 стремятся к нулю при  $j \rightarrow \infty$ . Найдем

$$\begin{aligned} \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{c_{m,j+1}}{c_{m,j}} &= \frac{\frac{1}{(m-1)!} z_1^{j+1-m} (j+1-m+1)(j+1-m+2)\dots(j+1-m+m-1)}{\frac{1}{(m-1)!} z_1^{j-m} (j-m+1)(j-m+2)\dots(j-m+m-1)} = \\ &= z_1 \frac{(j-m+2)(j-m+3)\dots(j-m+m-1)(j-m+m)}{(j-m+1)(j-m+2)\dots(j-m+m-2)(j-m+m-1)} = z_1 \frac{j}{j-m+1}. \end{aligned}$$

Таким образом, получаем

$$z_1 \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{j}{j-m+1} = z_1.$$

Теорема доказана.



Таким образом, доказанные в статье теоремы имеют высокое прикладное значение и служат источником для быстрого и удобного получения последовательностей формул приближенного выражения максимального и минимального корней алгебраического уравнения через коэффициенты в системах компьютерной математики. В [3] представлен явный вид некоторых данных формул для произвольного алгебраического уравнения третьей степени.

Ниже в настоящей статье будут приведены некоторые из полученных в системе компьютерной математики *Maple* 2016 формул для приближенного нахождения наименьшего и наибольшего корней алгебраического полинома  $p(z)$  четвертой степени.

Пусть

$$p(z) = z^4 + az^3 + bz^2 + cz + d.$$

Пусть  $z_1$  – единственный минимальный по модулю корень данного полинома. Тогда, раскладывая функцию  $1/p(z)$  в ряд Тейлора и учитывая справедливость теоремы 1, получаем

$$z_1 \approx \frac{c_3}{c_4} = -\frac{(ad^2 - 2bcd + c^3)d}{2acd^2 + b^2d^2 - 3bc^2d + c^4 - d^3}; \quad (19)$$

$$z_1 \approx \frac{c_4}{c_5} = \frac{(2acd^2 + b^2d^2 - 3bc^2d + c^4 - d^3)d}{2abd^3 - 3ac^2d^2 - 3b^2cd^2 + 4bc^3d - c^5 + 2cd^3}; \quad (20)$$

$$z_1 \approx \frac{c_5}{c_6} = \frac{(2abd^3 - 3ac^2d^2 - 3b^2cd^2 + 4bc^3d - c^5 + 2cd^3)d}{a^2d^4 - 6abcd^3 + 4ac^3d^2 - b^3d^3 + 6b^2c^2d^2 - 5bc^4d + c^6 + 2bd^4 - 3c^2d^3}; \quad (21)$$

$$\frac{c_6}{c_7} = \frac{-(a^2d^4 - 6abcd^3 + 4ac^3d^2 - b^3d^3 + 6b^2c^2d^2 - 5bc^4d + c^6 + 2bd^4 - 3c^2d^3)d}{3a^2cd^4 + 3ab^2d^4 - 12abc^2d^3 + 5ac^4d^2 - 4b^3cd^3 + 10b^2c^3d^2 - 6bc^5d + c^7 - 2ad^5 + 6bcd^4 - 4c^3d^3}; \quad (22)$$

$$c_7/c_8 = d(3a^2cd^4 + 3ab^2d^4 - 12abc^2d^3 + 5ac^4d^2 - 4b^3cd^3 + 10b^2c^3d^2 - 6bc^5d + c^7 - 2ad^5 + 6bcd^4 - 4c^3d^3) / (3a^2bd^5 - 6a^2c^2d^4 - 12ab^2cd^4 + 20abc^3d^3 - 6ac^5d^2 - b^4d^4 + 10b^3c^2d^3 - 15b^2c^4d^2 + 7bc^6d - c^8 + 6acd^5 + 3b^2d^5 - 12bc^2d^4 + 5c^4d^3 - d^6). \quad (23)$$

Пусть  $z_2$  – единственный максимальный по модулю корень полинома. Тогда, раскладывая функцию  $1/p(z)$  в ряд Лорана вида

$$\frac{1}{p(z)} = h_1z^{-1} + h_2z^{-2} + \dots + h_mz^{-m} + \dots$$

и учитывая справедливость теоремы 2, получаем

$$z_2 \approx \frac{h_8}{h_7} = -\frac{a^4 - 3a^2b + 2ac + b^2 - d}{a^3 - 2ab + c}; \quad (24)$$

$$z_2 \approx \frac{h_9}{h_8} = -\frac{a^5 - 4a^3b + 3a^2c + 3ab^2 - 2ad - 2bc}{a^4 - 3a^2b + 2ac + b^2 - d}; \quad (25)$$

$$z_2 \approx \frac{h_{10}}{h_9} = -\frac{a^6 - 5a^4b + 4a^3c + 6a^2b^2 - 3a^2d - 6abc - b^3 + 2bd + c^2}{a^5 - 4a^3b + 3a^2c + 3ab^2 - 2ad - 2bc}; \quad (26)$$

$$z_2 \approx \frac{h_{11}}{h_{10}} = -\frac{a^7 - 6a^5b + 5a^4c + 10a^3b^2 - 4a^3d - 12a^2bc - 4ab^3 + 6abd + 3ac^2 + 3b^2c - 2cd}{a^6 - 5a^4b + 4a^3c + 6a^2b^2 - 3a^2d - 6abc - b^3 + 2bd + c^2}; \quad (27)$$

$$z_2 \approx h_{12}/h_{11} = -(a^8 - 7a^6b + 6a^5c + 15a^4b^2 - 5a^4d - 20a^3bc - 10a^2b^3 + 12a^2bd + 6a^2c^2 + 12ab^2c + b^4 - 6acd - 3b^2d - 3bc^2 + d^2) / (a^7 - 6a^5b + 5a^4c + 10a^3b^2 - 4a^3d - 12a^2bc - 4ab^3 + 6abd + 3ac^2 + 3b^2c - 2cd). \quad (28)$$

Рассмотрим применение данных формул на конкретном числовом примере алгебраического уравнения четвертой степени  $f(z) = 0$ , где

$$f(z) = z^4 + (4+i)z^3 + (-16-2i)z^2 + (104-64i)z + (-192+128i) = (z-2)(z+4i)(z-2-3i)(z+8).$$

Подставляя коэффициенты уравнения в формулы (19)–(23) соответственно, получаем приближенные значения минимального по модулю корня  $z_1$ :

$$\begin{aligned} z_1 &\approx 2,01166 - 0,07577i, \\ z_1 &\approx 2,00405 - 0,08327i, \\ z_1 &\approx 1,99016 - 0,00912i, \\ z_1 &\approx 1,98388 + 0,01514i \\ z_1 &\approx 1,99524 + 0,00759i. \end{aligned}$$

Аналогично, подставляя коэффициенты уравнения в формулы (24)–(28) соответственно, получаем приближенные значения наибольшего по модулю корня  $z_2$ :

$$\begin{aligned} z_2 &\approx -8,02769 - 0,34693i, \\ z_2 &\approx -7,99291 - 0,28943i, \\ z_2 &\approx -7,91335 + 0,12993i, \\ z_2 &\approx -8,00073 + 0,032387i, \\ z_2 &\approx -8,03659 - 0,02251i. \end{aligned}$$

Представляет интерес сравнение полученных выражений (19)–(28) с выражениями, возникающими при приближенной записи формул представления корней алгебраического уравнения произвольной степени через коэффициенты в виде конструкций, содержащих в себе определители бесконечных квазидиагональных матриц от коэффициентов. Такие конструкции называют формулами Никипорца [2].

Рассмотрим их применение на примере алгебраического уравнения четвертой степени с комплексными коэффициентами вида (29):

$$x^4 + ax^3 + bx^2 + cx + d = 0. \quad (29)$$

Пронумеруем корни уравнения (29) по порядку уменьшения их модулей:  $|x_1| \geq |x_2| \geq |x_3| \geq |x_4|$ . Для данного уравнения составим функции Никипорца  $x_i(a, b, c, d)$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ), которые представляют собой аналитические выражения корней через коэффициенты.

Данные функции содержат в себе отношения определителей матриц Тёплица, элементами которых являются коэффициенты исходного алгебраического уравнения.

В знаменателях дробей в данных конструкциях стоят определители таких же матриц Тёплица, что и в числителе, но на порядок меньше.

Стоит отметить, что формулы Никипорца (30)–(33) не позволяют получать значения комплексных корней уравнения (29), если коэффициенты уравнения действительные.

В системе компьютерной математики *Maple* 2016 из вышеперечисленных формул Никипорца можно получить ряд приближенных формул для выражения корней уравнения (29) в виде дробно-рациональных функций от коэффициентов. Ниже будут приведены некоторые из них.



Обозначим через  $x_i^{(k)}$  приближенное значение корня уравнения (29), где  $i=1, \dots, 4$  – номера корней по порядку убывания их модулей, а верхний индекс  $(k)$  обозначает порядок матриц, стоящих в числителях конструкций (30)–(33). Тогда

$$\begin{aligned} x_1^{(4)} &= -\frac{a^4 - 3a^2b + 2ac + b^2 - d}{a^3 - 2ab + c}; \\ x_2^{(4)} &= -\frac{a(a^2 - b)(2a^2bd + a^2c^2 - 3ab^2c + b^4 - 2acd - 2b^2d + 2bc^2 + d^2)}{(a^2d - 2abc + b^3 - bd + c^2)(a^4 - 3a^2b + 2ac + b^2 - d)}; \\ x_3^{(4)} &= -\frac{(2acd^2 + b^2d^2 - 3bc^2d + c^4 - d^3)(a^2d - 2abc + b^3 - bd + c^2)}{(ad^2 - 2bcd + c^3)(2a^2bd + a^2c^2 - 3ab^2c + b^4 - 2acd - 2b^2d + 2bc^2 + d^2)}; \\ x_4^{(4)} &= -\frac{(ad^2 - 2bcd + c^3)d}{2acd^2 + b^2d^2 - 3bc^2d + c^4 - d^3}; \\ x_1^{(5)} &= -\frac{a^5 - 4a^3b + 3a^2c + 3ab^2 - 2ad - 2bc}{a^4 - 3a^2b + 2ac + b^2 - d}; \\ x_2^{(5)} &= \left[ (2a^3cd - 3a^2b^2d - 3a^2bc^2 + 4ab^3c - b^5 - a^2d^2 + 2abcd + 2ac^3 + 3b^3d - 3b^2c^2 - 2bd^2 - c^2d) \times \right. \\ &\quad \times (a^4 - 3a^2b + 2ac + b^2 - d) \left. \right] / \left[ (2a^2bd + a^2c^2 - 3ab^2c + b^4 - 2acd - 2b^2d + 2bc^2 + d^2) \times \right. \\ &\quad \times (a^5 - 4a^3b + 3a^2c + 3ab^2 - 2ad - 2bc) \left. \right]; \\ x_3^{(5)} &= -\left[ (2abd^3 - 3ac^2d^2 - 3b^2cd^2 + 4bc^3d - c^5 + 2cd^3) \times (2a^2bd + a^2c^2 - 3ab^2c + b^4 - 2acd - 2b^2d + \right. \\ &\quad \left. + 2bc^2 + d^2) \right] / \left[ (2acd^2 + b^2d^2 - 3bc^2d + c^4 - d^3)(2a^3cd - 3a^2b^2d - 3a^2bc^2 + 4ab^3c - b^5 - a^2d^2 + \right. \\ &\quad \left. + 2abcd + 2ac^3 + 3b^3d - 3b^2c^2 - 2bd^2 - c^2d) \right]; \\ x_4^{(5)} &= -\frac{(2acd^2 + b^2d^2 - 3bc^2d + c^4 - d^3)d}{2abd^3 - 3ac^2d^2 - 3b^2cd^2 + 4bc^3d - c^5 + 2cd^3}. \end{aligned}$$

Таким образом, из представленных выше выражений видно, что формулы для приближенного нахождения минимального и максимального по модулю корней алгебраического уравнения четвертой степени (29) (полученные с использованием функций Никипорца (30)–(33)), полностью совпадают с аналогичными выражениями, являющимися следствием из теорем 1 и 2 настоящей статьи. Подобная ситуация возникает и при рассмотрении алгебраических уравнений более высоких степеней.

**Заключение.** Следовательно, на основании двух доказанных теорем нами предложен новый алгоритм для получения формул приближенного представления наименьшего и наибольшего по модулю корней алгебраического уравнения произвольной степени в виде рациональных функций от коэффициентов. В качестве примера некоторые из данных формул представлены явно для алгебраического уравнения четвертой степени. Также показана прямая связь разработанного алгоритма с формулами Никипорца приближенного нахождения корня полинома через его коэффициенты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Эйлер, Л. Введение в анализ бесконечных: в 2 т. / Л. Эйлер; пер. с лат. Е.Л. Пацановского. – 2-е изд. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1961. – Т. 1. – 315 с.
2. Шмойлов, В.И. Решение алгебраических уравнений при помощи  $r/\varphi$ -алгоритма / В.И. Шмойлов. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. – 330 с.
3. Трубников, Ю.В. Роль расходящихся степенных рядов в некоторых алгоритмах приближенного аналитического решения алгебраических уравнений / Ю.В. Трубников, М.М. Чернявский, А.М. Воронов // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2017. – № 4(97). – С. 29–33.

#### REFERENCES

1. Euler L. *Vvedeniye v analiz beskonechnykh* [Introduction to the Analysis of Infinites], Moscow, 1961, Gos. izd. fiz.-mat. lit., 1, 315 p.
2. Shmoylov V.I. *Resheniye algebraicheskikh uravneniy pri pomoshchi  $r/\varphi$ -algoritma* [Solution of Algebraic Equations by Means of a  $r/\varphi$ -Algorithm], Taganrog, Izd-vo TTI YuFU, 2011, 330 p.
3. Trubnikov Yu.V., Chernyavsky M.M., Voronov A.M. *Vestnik VGU* [Newsletter of Vitebsk State University], 2017, 4(97), pp. 29–33.

Поступила в редакцию 15.10.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: yurii\_trubnikov@mail.ru – Трубников Ю.В.

# Критерий корректности смешанной задачи для общего уравнения колебаний полуограниченной струны с нестационарной характеристической первой косой производной в граничном условии

Ф.Е. Ломовцев, Е.В. Устилко

Белорусский государственный университет

*В настоящей статье модификацией метода характеристик выведена формула единственного классического решения смешанной задачи для общего неоднородного уравнения колебаний полуограниченной струны с нестационарной характеристической первой косой производной в граничном условии. Нестационарность косой производной означает, что в ней коэффициенты зависят от времени. Ее характеристичность указывает на то, что она направлена по критической характеристике уравнения.*

*Цель – исследование корректности по Адамару во множестве классических решений и нахождение классического решения этой смешанной задачи.*

**Материал и методы.** Материалом работы служит смешанная задача для общего неоднородного уравнения колебаний полуограниченной струны при характеристической первой косой производной с зависящими от времени коэффициентами. Эта смешанная задача для более общего уравнения с младшей частью сводится заменой неизвестного решения к соответствующей смешанной задаче для более простого уравнения, содержащего только главную часть. Исследование корректности по Адамару (существования, единственности и устойчивости) во множестве классических решений и нахождение классического решения последней смешанной задачи проводится модификацией известного метода характеристик (распространяющихся волн).

**Результаты и их обсуждение.** Установлен критерий корректности во множестве классических решений смешанной задачи для общего неоднородного уравнения колебаний полуограниченной струны при нестационарной характеристической первой косой производной в граничном условии. Этот критерий корректности состоит из необходимых и достаточных требований гладкости на правую часть уравнения, начальные данные и граничное данное и трех условий согласования между ними для однозначной и устойчивой везде разрешимости этой смешанной задачи во множестве классических решений. Выведена явная формула единственного и устойчивого классического решения искомой смешанной задачи. Устойчивость (непрерывная зависимость) решения по исходным данным (от исходных данных): правой части уравнения, начальным данным и граничному данному – непосредственно вытекает из явной формулы классического решения. Полученные результаты дают полное и окончательное исследование и решение смешанной задачи, поставленной в настоящей работе.

**Заключение.** Найден критерий корректности по Адамару для классических решений смешанной задачи с характеристической первой косой производной и зависящими от времени коэффициентами в граничном условии. Выведена явная формула единственного и устойчивого классического решения этой смешанной задачи.

**Ключевые слова:** смешанная задача, нестационарное граничное условие, характеристическая косая производная, классическое решение, критерий корректности, требование гладкости, условие согласования.

## Correctness Criterion of a Mixed Problem for the General Oscillation Equation of a Semi-Bounded String with a Nonstationary Characteristic of First Directional Derivative in a Boundary Condition

F.E. Lomovtsev, E.V. Ustilko

Belarusian State University

*In this article, by modifying the method of characteristics the formula for the unique classical solution of the mixed problem for the general inhomogeneous oscillation equation for a semi-bounded string with non-stationary characteristic of first*



oblique derivative in the boundary condition is derived. The non-stationary nature of the oblique derivative means that the coefficients in it depend on the time. Its characterizability means that it is directed along the critical characteristic of the equation.

The aim of the article is to study Hadamard's correctness in the set of classical solutions and to find a classical solution of this mixed problem.

**Material and methods.** The material of the paper is a mixed problem for the general inhomogeneous oscillation equation for a semi-bounded string with the characteristic first oblique derivative with time-dependent coefficients. This mixed problem for a more general equation with the lowest part is reduced by replacing the unknown solution to the corresponding mixed problem for a simpler equation containing only the principal part. The investigation of Hadamard correctness (existence, uniqueness, and stability) in the set of classical solutions and finding the classical solution of the last mixed problem is carried out by modifying the known method of characteristics (propagating waves).

**Findings and their discussion.** A correctness criterion is established in the set of classical solutions of the mixed problem for the general inhomogeneous oscillation equation for a semi-bounded string under the non-stationary characteristic first oblique derivative in the boundary condition. This correctness criterion consists of necessary and sufficient smoothness requirements on the right-hand side of the equation, the initial data and the boundary value, and three matching conditions between them for the unique and stable solvability of this mixed problem in the set of classical solutions. An explicit formula for the unique and stable classical solution of the required mixed problem is derived. The stability (continuous dependence) of the solution with respect to the input data (from the input data): the right-hand side of the equation, the initial data, and the boundary value follows directly from the explicit formula of the classical solution. The results obtained give a complete and final investigation and resolution of the mixed problem posed in this paper.

**Conclusion.** A Hadamard correctness criterion is found for classical solutions of a mixed problem with a characteristic first oblique derivative and time-dependent coefficients in the boundary condition. An explicit formula for the unique and stable classical solution of this mixed problem is derived.

**Key words:** the mixed problem, the non-stationary boundary condition, the characteristic oblique derivative, the classical solution, the correctness criterion, the smoothness requirement, the matching condition.

В настоящей работе модификацией метода характеристик найдено в явном виде единственное устойчивое классическое решение и установлен критерий корректности (по Адамару: существование, единственность и устойчивость решения) смешанной задачи для общего неоднородного уравнения колебаний полугораниченной струны в случае нестационарной характеристической первой косо́й производной в граничном условии. Нестационарность первой косо́й производной означает зависимость ее коэффициентов от времени, а характеристичность – ее направление по критической характеристике уравнения. Критерий корректности включает необходимые и достаточные требования гладкости и условия согласования на исходные данные (правую часть уравнения, начальные данные и граничное данное) смешанной задачи, которые гарантируют ее однозначную и устойчивую везде разрешимость. Эти результаты обобщают аналогичные результаты работы [1] с простейшим уравнением колебаний струны. Достаточные условия существования единственного классического решения аналогичной смешанной задачи для простейшего однородного уравнения колебаний струны получены в [2]. Случай простейшего уравнения колебаний струны и стационарных коэффициентов характеристической первой косо́й производной в граничном условии рассмотрен в [3]. Ранее в работе [4] были найдены классическое решение и критерий корректности нашей смешанной задачи, но с нехарактеристической второй косо́й производной в граничном условии. Более полный перечень литературы, связанный с историей вопроса, приведен в [5].

Цель статьи – исследование корректности по Адамару во множестве классических решений и нахождение классического решения этой смешанной задачи.

**Материал и методы.** На множестве  $G_\infty = [0, \infty) \times [0, \infty)$  ставится смешанная задача:

$$u_{tt}(x, t) + (a_1 - a_2)u_{xt}(x, t) - a_1 a_2 u_{xx}(x, t) + (b_1 + b_2)u_t + (a_1 b_2 - a_2 b_1)u_x + b_1 b_2 u = f(x, t), \quad (x, t) \in G_\infty, \quad (1)$$

$$u(x, t)|_{t=0} = \varphi(x), \quad u_t(x, t)|_{t=0} = \psi(x), \quad x \in R_+ = [0, \infty), \quad (2)$$

$$[\alpha(t)u_t(x, t) + \beta(t)u_x(x, t) + \gamma(t)u(x, t)]|_{x=0} = \mu(t), \quad t \in R_+, \quad (3)$$

где коэффициенты  $\alpha, \beta, \gamma$  – заданные функции переменной  $t$ , исходные данные  $f, \varphi, \psi, \mu$  – заданные функции своих переменных  $x$  и  $t$ ,  $a_1 > 0, a_2 > 0$ ,  $b_1, b_2$  – вещественные постоянные. Частные производные соответствующих порядков от искомой функции  $u$  обозначаем нижними индексами по указанным переменным. Требуется найти в явном виде классические решения  $u \in C^2(G_\infty)$ , а также необходимые и достаточные условия, налагаемые на исходные данные  $f, \varphi, \psi, \mu$ , для однозначной и устойчивой везде разрешимости характеристической смешанной задачи (1)–(3).

Вместо того, чтобы решать смешанную задачу (1)–(3), с помощью замены

$$u(x, t) = e^{Bx - At} \hat{u}(x, t), \quad A = (a_1 b_2 + a_2 b_1) / (a_1 + a_2), \quad B = (b_2 - b_1) / (a_1 + a_2) \quad (4)$$

преобразуем ее в более простую эквивалентную смешанную задачу

$$\hat{u}_{tt}(x, t) + (a_1 - a_2) \hat{u}_{xt}(x, t) - a_1 a_2 \hat{u}_{xx}(x, t) = \hat{f}(x, t), \quad (5)$$

$$\hat{u}(x, t)|_{t=0} = \hat{\varphi}(x), \quad \hat{u}_t(x, t)|_{t=0} = \hat{\psi}(x), \quad x \in R_+ = [0, \infty), \quad (6)$$

$$[\alpha(t) \hat{u}_t(x, t) + \beta(t) \hat{u}_x(x, t) + \gamma(t) \hat{u}(x, t)]|_{x=0} = \hat{\mu}(t), \quad t \in R_+, \quad (7)$$

с новым коэффициентом и новыми исходными данными

$$\hat{\gamma}(t) = B\beta(t) - A\alpha(t) + \gamma(t), \quad \hat{f} = e^{At - Bx} f, \quad \hat{\mu}(t) = e^{At} \mu(t), \quad \hat{\varphi}(x) = e^{-Bx} \varphi(x), \quad \hat{\psi}(x) = e^{-Bx} (A\varphi(x) + \psi(x)). \quad (8)$$

**Определение 1.** Смешанная задача (5)–(7) называется вспомогательной смешанной задачей для смешанной задачи (1)–(3) в первой четверти плоскости.

Перед непосредственным решением этой задачи введем обозначения и сформулируем некоторые необходимые требования гладкости и согласования на исходные данные. Символом  $C^k(\Omega)$  обозначим множество всех  $k$  раз непрерывно дифференцируемых функций на подмножестве  $\Omega \subset R^2$ . Первая четверть плоскости  $G_\infty$  разбивается характеристикой  $x = a_1 t$  на два множества:  $G_- = \{(x, t) \in G_\infty : x > a_1 t > 0\}$  и  $G_+ = \{(x, t) \in G_\infty : 0 \leq x \leq a_1 t\}$ .

**Определение 2.** Характеристика  $x = a_1 t$  называется критической для уравнения (1) в первой четверти плоскости.

Из самой постановки смешанной задачи (5)–(7) для классических решений  $u \in C^2(G_\infty)$  вытекают очевидные необходимые требования гладкости

$$\hat{\varphi} \in C^2(R_+), \quad \hat{\psi} \in C^1(R_+), \quad \hat{f} \in C(G_\infty), \quad \hat{\mu} \in C^1(R_+). \quad (9)$$

Очевидные необходимые условия согласования граничного условия (7) с начальными условиями (6) и уравнением (5) получаются из равенства (7) при  $t = 0$ , первой производной по  $t$  от левой и правой частей этого равенства при  $t = 0$  и выражений значений производной по  $t$  от левой части через начальные условия при  $x = 0$  и уравнение при  $x = 0$  и  $t = 0$ :

$$\hat{J}_1 \equiv \alpha(0) \hat{\psi}(0) + \beta(0) \hat{\varphi}'(0) + \gamma(0) \hat{\varphi}(0) = \hat{\mu}(0), \quad (10)$$

$$\hat{J}_2 \equiv \alpha(0) [a_1 a_2 \hat{\varphi}''(0) - (a_1 - a_2) \hat{\psi}'(0) + \hat{f}(0, 0)] +$$

$$+\hat{\psi}(0)[\alpha'(0)+\hat{\gamma}(0)]+\beta'(0)\hat{\phi}'(0)+\beta(0)\hat{\psi}'(0)+\hat{\phi}(0)\hat{\gamma}'(0)=\hat{\mu}'(0). \quad (11)$$

Нижче будуть знайдені додаткові необхідні вимоги гладкості і узгодженості.

**Результати і їх обговорення.** На  $G_+$  ми будемо використовувати частинне класичне рішення

$$\hat{F}(x,t)=\frac{1}{a_1+a_2}\left[\int_0^{t^{(1)}(x)}\int_{a_2(t-\tau)-(a_2/a_1)x}^{x+a_2(t-\tau)}\hat{f}(s,\tau)dsd\tau+\int_{t^{(1)}(x)}^t\int_{x-a_1(t-\tau)}^{x+a_2(t-\tau)}\hat{f}(s,\tau)dsd\tau\right], \quad t^{(1)}(x)=t-\frac{x}{a_1}, \quad (12)$$

неоднородного рівняння (5) з мінімальною гладкістю правої частини  $\hat{f}$  із роботи [5]. В цій роботі класичне рішення (12) виводиться запропонованим методом корекції пробних рішень з допомогою побудованої коректуючої задачі Коші із рішення

$$F(x,t)=\frac{1}{a_1+a_2}\int_0^t\int_{x-a_1(t-\tau)}^{x+a_2(t-\tau)}\hat{f}(|s|,\tau)dsd\tau, \quad (x,t)\in G_+.$$

Для  $(x,t)\in G_-$  це рішення має мінімальну гладкість на праву частину  $\hat{f}$ , так як в ньому  $|s|=s$ .

Модифікацією методу характеристик доводиться

**Теорема 1.** *Пустя в граничних умовах (7) коефіцієнти  $\alpha, \beta, \hat{\gamma} \in C^2(R_+)$  і коса производна є характеристичною, т.е.  $a_1\alpha(t)=\beta(t)$ ,  $\hat{\gamma}(t)\neq 0$ ,  $t\in R_+$ . Для того щоб сумішана задача (5)–(7) в  $G_\infty$  мала на  $G_-$  єдинственне і стійке по  $\hat{\phi}, \hat{\psi}, \hat{f}$  класичне рішення*

$$\hat{u}_-(x,t)=\frac{1}{a_1+a_2}\left[a_1\hat{\phi}(x+a_2t)+a_2\hat{\phi}(x-a_1t)+\int_{x-a_1t}^{x+a_2t}\hat{\psi}(s)ds+\int_0^t\int_{x-a_1(t-\tau)}^{x+a_2(t-\tau)}\hat{f}(s,\tau)dsd\tau\right], \quad (x,t)\in G_-, \quad (13)$$

необхідно і достатньо справедливості вимог гладкості

$$\hat{\phi}\in C^2(R_+), \quad \hat{\psi}\in C^1(R_+), \quad \hat{f}\in C(G_-), \quad H_1^{(p)}\equiv\int_0^t\hat{f}\left(x+(-1)^p a_p(t-\tau),\tau\right)d\tau\in C^1(G_-), \quad p=1,2. \quad (14)$$

Для того щоб сумішана задача (5)–(7) в  $G_\infty$  мала на  $G_+$  єдинственне і стійке по  $\hat{\phi}, \hat{\psi}, \hat{\mu}, \hat{f}$  класичне рішення

$$\begin{aligned} \hat{u}_+(x,t)=\frac{1}{a_1+a_2}\left\{a_1\left[\hat{\phi}(x+a_2t)-\hat{\phi}\left(a_2\left(t-\frac{x}{a_1}\right)\right)\right]+\int_{a_2(t-x/a_1)}^{x+a_2t}\hat{\psi}(s)ds\right\}+\hat{F}(x,t)+ \\ +a_1^{-1}\hat{\gamma}^{-1}\left(t-\frac{x}{a_1}\right)\left\{a_1\hat{\mu}\left(t-\frac{x}{a_1}\right)-\beta\left(t-\frac{x}{a_1}\right)\left[a_1\hat{\phi}'\left(a_2\left(t-\frac{x}{a_1}\right)\right)+\hat{\psi}\left(a_2\left(t-\frac{x}{a_1}\right)\right)\right]- \right. \\ \left. -\beta\left(t-\frac{x}{a_1}\right)\int_0^{t-x/a_1}\hat{f}\left(a_2(t-\tau)-\frac{a_2}{a_1}x,\tau\right)d\tau\right\}, \quad (x,t)\in G_+, \quad (15) \end{aligned}$$

необходимо и достаточно выполнения требований гладкости (9) и

$$\begin{aligned}\hat{\mu} \in C^2(R_+), \quad H_1^{(2)}(x, t) \equiv \int_0^t \hat{f}(x + a_2(t - \tau), \tau) d\tau \in C^1(G_+), \\ H_2(x, t) \equiv \frac{a_2}{a_1} \int_0^{t^{(1)}(x)} \hat{f}\left(a_2(t - \tau) - \frac{a_2}{a_1}x, \tau\right) d\tau - \int_{t^{(1)}(x)}^t \hat{f}(x - a_1(t - \tau), \tau) d\tau \in C^1(G_+),\end{aligned}\quad (16)$$

$$\beta(t)\hat{\phi}'''(a_2t), \quad \beta(t)\hat{\psi}''(a_2t), \quad \beta(t)\frac{\partial^2}{\partial t^2}H_1^{(2)}(0, t) \in C(R_+), \quad (17)$$

и условий согласования (10), (11) и

$$\begin{aligned}\hat{J}_3 \equiv \alpha''(0)\hat{\psi}(0) + 2\alpha'(0)[a_1a_2\hat{\phi}''(0) - (a_1 - a_2)\hat{\psi}'(0) + \hat{f}(0, 0)] + \\ + \alpha(0)\{a_1a_2\hat{\psi}''(0) - (a_1 - a_2)[a_1a_2\hat{\phi}'''(0) - (a_1 - a_2)\hat{\psi}''(0)]\} + \beta''(0)\hat{\phi}'(0) + \\ + 2\beta'(0)\hat{\psi}'(0) + \hat{\gamma}''(0)\hat{\phi}(0) + 2\hat{\gamma}'(0)\hat{\psi}(0) + \beta(0)[a_1a_2\hat{\phi}'''(0) - (a_1 - a_2)\hat{\psi}''(0)] + \\ + \hat{\gamma}(0)[a_1a_2\hat{\phi}''(0) - (a_1 - a_2)\hat{\psi}'(0) + \hat{f}(0, 0)] + \alpha(0)\hat{f}_{v_2}(0, 0) = \hat{\mu}''(0),\end{aligned}\quad (18)$$

где  $\hat{f}_{v_2}(0, 0)$  – значение производной по направлению  $\vec{v}_2 = \{a_2, 1\}$  от  $\hat{f}$  при  $x = 0$  и  $t = 0$ .

**Доказательство.** Классическое решение поставленной смешанной задачи (5)–(7) на множестве  $G_\infty$  совпадает на множестве  $G_-$  с решением задачи Коши (5), (6), которое единственно и устойчиво по правой части и начальным данным и выражается уже известной обобщенной формулой Даламбера–Эйлера (13) с известными необходимыми и достаточными требованиями гладкости (14) из [6]. Непрерывная зависимость найденного решения  $\hat{u}_-$  от исходных данных  $\hat{\phi}, \hat{\psi}, \hat{f}$  выводится из формулы (13) при любом  $T > 0$  в банаховых пространствах  $C^2(G_T^-)$ ,  $C^2[0, \infty]$ ,  $C^1[0, \infty]$ ,  $\hat{C}(G_T)$ , где множества  $G_T^- = G^T \cap G_-$ ,  $G^T = \{(x, t) \in G_\infty : 0 \leq x < \infty, 0 \leq t \leq T\}$ , соответственно с нормами

$$\begin{aligned}\|\hat{u}_-\|_{C^2(G_T^-)} = \sup_{(x, t) \in G_T^-} \sum_{0 \leq m+l \leq 2} |\partial_x^m \partial_t^l \hat{u}(x, t)|, \|\hat{\phi}\|_{C^2[0, \infty]} = \sup_{0 \leq x < \infty} (|\hat{\phi}(x)| + |\hat{\phi}'(x)| + |\hat{\phi}''(x)|), \\ \|\hat{\psi}\|_{C^1[0, \infty]} = \sup_{0 \leq x < \infty} (|\hat{\psi}(x)| + |\hat{\psi}'(x)|), \|\hat{f}\|_{\hat{C}(G_T)} = \sup_{(x, t) \in G_T^-} \left( |\hat{f}(x, t)| + \sum_{p=1}^2 \sum_{m+l=1}^2 |\partial_x^m \partial_t^l H_1^{(p)}(x, t)| \right).\end{aligned}$$

На множестве  $G_+$  общий интеграл неоднородного уравнения (5) представляет собой сужение на  $G_+$  всех классических решений

$$\hat{u}(x, t) = g(x + a_2t) + h(a_1t - x) + \hat{F}(x, t), \quad (19)$$

где  $g = g(\xi)$  и  $h = h(\eta)$  – любые дважды непрерывно дифференцируемые функции своих переменных  $\xi, \eta \in R$  и  $\hat{F}$  – дважды непрерывно дифференцируемая функция (12).

Решения смешанной задачи (5)–(7) на множестве  $G_+$  ищутся, как решения задачи Пикара для уравнения (5) на  $G_+$  с равенствами  $u_+(x, t) = u_-(x, t)$ , на критической характеристике  $x = a_1 t$  и граничным условием (7). Подставив функции (19) в эти равенства, получаем первое уравнение

$$g((a_1 + a_2)t) + h(0) = \frac{1}{a_1 + a_2} \left\{ a_1 \hat{\phi}((a_1 + a_2)t) + a_2 \hat{\phi}(0) + \int_0^{(a_1 + a_2)t} \hat{\psi}(s) ds \right\}. \quad (20)$$

Вторые уравнения системы находятся подстановкой функций (19) в граничное условие (7)

$$\begin{aligned} \alpha(t) \left\{ a_2 g'(a_2 t) + a_1 h'(a_1 t) + \frac{\partial \hat{F}(0, t)}{\partial t} \right\} + \beta(t) \left\{ g'(a_2 t) - h'(a_1 t) + \frac{\partial \hat{F}(0, t)}{\partial x} \right\} + \\ + \hat{\gamma}(t) \{ g(a_2 t) + h(a_1 t) \} = \hat{\mu}(t), \end{aligned} \quad (21)$$

где первые частные производные от частного решения  $\hat{F}$  равны

$$\begin{aligned} \frac{\partial \hat{F}(x, t)}{\partial x} &= \frac{1}{a_1 + a_2} [H_1^{(2)}(x, t) + H_2(x, t)], \\ \frac{\partial \hat{F}(x, t)}{\partial t} &= \frac{1}{a_1 + a_2} [a_2 H_1^{(2)}(x, t) - a_1 H_2(x, t)]. \end{aligned} \quad (22)$$

Выразим функцию  $g$  из (20), сделав замену  $y = (a_1 + a_2)t \geq 0$ ,

$$g(y) = \frac{1}{a_1 + a_2} \left\{ a_1 \hat{\phi}(y) + a_2 \hat{\phi}(0) + \int_0^y \hat{\psi}(s) ds \right\} - h(0). \quad (23)$$

Функцию  $h$  выражаем из (21), принимая во внимание значения (22), характеристичность кривой производной в (7), т.е. равенство  $a_1 \alpha(t) = \beta(t)$ ,  $t \in [0, \infty)$ , и замену  $z = a_1 t \geq 0$ ,

$$h(z) = a_1^{-1} \hat{\gamma}^{-1} \left( \frac{z}{a_1} \right) \left\{ a_1 \hat{\mu} \left( \frac{z}{a_1} \right) - (a_1 + a_2) \beta \left( \frac{z}{a_1} \right) g' \left( \frac{a_2 z}{a_1} \right) - \beta \left( \frac{z}{a_1} \right) H_1^{(2)} \left( 0, \frac{z}{a_1} \right) \right\} - g \left( \frac{a_2 z}{a_1} \right). \quad (24)$$

Подставляя выражение (23) для  $g$  в (24), приходим к формальным решениям системы (20), (21):

$$\begin{aligned} h(z) = -\frac{1}{a_1 + a_2} \left[ a_1 \hat{\phi} \left( \frac{a_2 z}{a_1} \right) + a_2 \hat{\phi}(0) + \int_0^{(a_2/a_1)z} \hat{\psi}(s, \tau) ds \right] + a_1^{-1} \hat{\gamma}^{-1} \left( \frac{z}{a_1} \right) \left\{ \hat{\mu} \left( \frac{z}{a_1} \right) - \right. \\ \left. - \beta \left( \frac{z}{a_1} \right) \left[ a_1 \hat{\phi}' \left( \frac{a_2 z}{a_1} \right) + \hat{\psi} \left( \frac{a_2 z}{a_1} \right) \right] - \beta \left( \frac{z}{a_1} \right) H_1^{(2)} \left( 0, \frac{z}{a_1} \right) \right\} + h(0). \end{aligned} \quad (25)$$

Чтобы найти формальные решения задачи Пикара, подставляем функции  $g$  из (23) и  $h$  из (25) в (19)



$$\begin{aligned} \hat{u}_+(x, t) = & \frac{1}{a_1 + a_2} \left[ a_1 \hat{\phi}(x + a_2 t) + a_2 \hat{\phi}(0) + \int_0^{x+a_2 t} \hat{\psi}(s) ds \right] - \\ & - \frac{1}{a_1 + a_2} \left[ a_1 \hat{\phi} \left( a_2 t - \frac{a_2 x}{a_1} \right) + a_2 \hat{\phi}(0) - \int_{a_2(t-x/a_1)}^0 \hat{\psi}(s) ds \right] + a_1^{-1} \hat{\gamma}^{-1} \left( t - \frac{x}{a_1} \right) \left\{ a_1 \hat{\mu} \left( t - \frac{x}{a_1} \right) - \right. \\ & \left. \beta \left( t - \frac{x}{a_1} \right) \left[ a_1 \hat{\phi}' \left( a_2 \left( t - \frac{x}{a_1} \right) \right) + \hat{\psi} \left( a_2 \left( t - \frac{x}{a_1} \right) \right) \right] - \beta \left( t - \frac{x}{a_1} \right) H_1^{(2)} \left( 0, t - \frac{x}{a_1} \right) \right\} + \hat{F}(x, t). \end{aligned} \quad (26)$$

Упрощая эти выражения (26), получаем формулу формального решения (15).

Достаточность на  $G_+$ . Убедимся в достаточности требований гладкости (9), (16), (17) для того, чтобы функция  $\hat{u}_+ \in C^2(G_+)$ . Гладкость начальных данных  $\hat{\phi} \in C^2(R_+)$ ,  $\hat{\psi} \in C^1(R_+)$  из (9), очевидно, обеспечивает дважды непрерывную дифференцируемость на  $G_+$  первого слагаемого в формуле (15). Ясно, что непрерывность функции  $\hat{f}$  на  $G_\infty$  гарантирует существование и непрерывность первых частных производных (22) от функции  $\hat{F}$ . В этой формуле дважды непрерывная дифференцируемость следующей функции  $\hat{F}$  вытекает из представлений (22) первых частных производных от  $\hat{F}$  в силу интегральных требований гладкости для функций  $H_1^{(2)}$  и  $H_2$  в (16). Дважды непрерывная дифференцируемость всех оставшихся слагаемых формулы (15) следует из требования  $\hat{\mu} \in C^2(R_+)$ , интегрального требования гладкости на  $H_1^{(2)}$  при  $x=0$  в (16) и требований (17) благодаря гладкости коэффициентов  $\alpha, \beta, \hat{\gamma} \in C^2(R_+)$  и тому, что  $\hat{\gamma}(t) \neq 0, t \in R_+$ . В частности, для коэффициента  $\beta \in C^2(R_+)$  непрерывность частных производных второго порядка от произведения

$$\beta \left( t - \frac{x}{a_1} \right) \int_0^{t-x/a_1} \hat{f} \left( a_2(t-\tau) - \frac{a_2}{a_1} x, \tau \right) d\tau = \beta(\tilde{t}) H_1^{(2)}(0, \tilde{t})$$

следует из интегрального требования для  $H_1^{(2)}$  в (16) при  $x=0$ , линейности замены  $\tilde{t} = t - x/a_1$  и последнего включения в (17).

Функции  $\hat{u}_+$  и  $\hat{u}_-$  дважды непрерывно дифференцируемы не только соответственно на  $G_+$  и  $G_-$ , но и на критической характеристике  $x = a_1 t$ . Действительно, в силу условий согласования (10), (11), (18) на  $x = a_1 t$  обращаются в ноль их разности вместе с производными первого и второго порядков:

$$\begin{aligned} \hat{u}_+|_{x=a_1 t} - \hat{u}_-|_{x=a_1 t} &= (\hat{\mu}(0) - J_1) / \hat{\gamma}(0), \\ \frac{\partial \hat{u}_+}{\partial x} \Big|_{x=a_1 t} - \frac{\partial \hat{u}_-}{\partial x} \Big|_{x=a_1 t} &= -\frac{\hat{\mu}'(0) - \hat{J}_2}{a_1 \hat{\gamma}(0)} + \frac{\hat{\gamma}'(0)(\hat{\mu}(0) - \hat{J}_1)}{a_1 \hat{\gamma}(0)^2}, \\ \frac{\partial \hat{u}_+}{\partial t} \Big|_{x=a_1 t} - \frac{\partial \hat{u}_-}{\partial t} \Big|_{x=a_1 t} &= \frac{\hat{\mu}'(0) - \hat{J}_2}{\hat{\gamma}(0)} - \frac{\hat{\gamma}'(0)(\hat{\mu}(0) - \hat{J}_1)}{\hat{\gamma}(0)^2}, \\ \frac{\partial^2 \hat{u}_+}{\partial x^2} \Big|_{x=a_1 t} - \frac{\partial^2 \hat{u}_-}{\partial x^2} \Big|_{x=a_1 t} &= \frac{\hat{\mu}''(0) - \hat{J}_3}{a_1^2 \hat{\gamma}(0)} - \frac{2\hat{\gamma}'(0)(\hat{\mu}'(0) - \hat{J}_2)}{a_1^2 \hat{\gamma}(0)^2} - \frac{(\hat{\gamma}''(0)\hat{\gamma}(0) - 2\hat{\gamma}'(0)^2)(\hat{\mu}(0) - \hat{J}_1)}{a_1^2 \hat{\gamma}(0)^3}, \end{aligned}$$

$$\left. \frac{\partial^2 \hat{u}_+}{\partial x \partial t} \right|_{x=a_1 t} - \left. \frac{\partial^2 \hat{u}_-}{\partial x \partial t} \right|_{x=a_1 t} = -\frac{\hat{\mu}''(0) - \hat{J}_3}{a_1 \hat{\gamma}(0)} + \frac{2\hat{\gamma}'(0)(\hat{\mu}'(0) - \hat{J}_2)}{a_1 \hat{\gamma}(0)^2} + \frac{(\hat{\gamma}''(0)\hat{\gamma}(0) - 2\hat{\gamma}'(0)^2)(\hat{\mu}(0) - \hat{J}_1)}{a_1 \hat{\gamma}(0)^3},$$

$$\left. \frac{\partial^2 \hat{u}_+}{\partial t^2} \right|_{x=a_1 t} - \left. \frac{\partial^2 \hat{u}_-}{\partial t^2} \right|_{x=a_1 t} = \frac{\hat{\mu}''(0) - \hat{J}_3}{\hat{\gamma}(0)} - \frac{2\hat{\gamma}'(0)(\hat{\mu}'(0) - \hat{J}_2)}{\hat{\gamma}(0)^2} - \frac{(\hat{\gamma}''(0)\hat{\gamma}(0) - 2\hat{\gamma}'(0)^2)(\hat{\mu}(0) - \hat{J}_1)}{\hat{\gamma}(0)^3}.$$

Единственность классического решения  $\hat{u}_+$  на  $G_+$  объясняется единственностью решения  $\hat{u}_-$  задачи Коши (5), (6) на  $G_-$  и тем, что среди сужений решений (19) уравнения (5) это единственное решение  $\hat{u}_+$ , которое удовлетворяет двум граничным условиям поставленной выше задачи Пикара.

Необходимость на  $G_+$ . Обоснуем не столь очевидные необходимые требования гладкости, которые указаны в формулировке теоремы 1 и отсутствуют в (9), и дополнительное третье условие согласования (18). В общих интегралах (19) дважды непрерывная дифференцируемость функции  $\hat{F}$  доказана методом корректировки пробных решений в [5]. Поэтому если функция  $\hat{F} \in C^2(G_+)$  – классическое решение неоднородного уравнения (5) в  $G_+$ , то, очевидно, непрерывно дифференцируемы его частные производные  $\partial \hat{F} / \partial x$ ,  $\partial \hat{F} / \partial t \in C^1(G_+)$ . Ввиду соотношений (22) это означает непрерывную дифференцируемость их линейных комбинаций

$$a_1(\partial F(x, t) / \partial x) + \partial F(x, t) / \partial t = H_1^{(2)}(x, t) \in C^1(G_+),$$

$$a_2(\partial F(x, t) / \partial x) - \partial F(x, t) / \partial t = H_2(x, t) \in C^1(G_+),$$

т.е. интегральные требования гладкости на  $\hat{f}$  из (16) необходимы. Заметим, что эти линейные комбинации совпадают с производными от  $\hat{F}$  вдоль характеристик уравнения (5).

Общие интегралы (19) уравнения (5) должны сохранять свою гладкость при подстановке не только в уравнение (5), но и в граничное условие (7) и, в частности, при функциях  $g=0$ ,  $\hat{f}=0$  и любой  $h \in C^2(R_+)$ . Поэтому классическое решение  $\hat{u}_2(x, t) = h(a_1 t - x)$  однородного уравнения (5) должно сохранять гладкость в граничном условии (7):

$$\left[ \alpha(t)a_1 h'(a_1 t - x) - \beta(t)h'(a_1 t - x) + \hat{\gamma}(t)h(a_1 t - x) \right] \Big|_{x=0} = \hat{\gamma}(t)h(a_1 t) = \hat{\mu}(t).$$

Отсюда следует, что граничное данное  $\hat{\mu} \in C^2(R_+)$ , так как  $a_1 \alpha(t) = \beta(t)$ ,  $t \in R_+$ , и  $\hat{\gamma}, h \in C^2(R_+)$ .

Если частное классическое решение  $\hat{F} \in C^2(G_+)$  неоднородного уравнения (5) подставить в граничное условие (7) и воспользоваться равенством  $a_1 \hat{\alpha}(t) = \hat{\beta}(t)$ ,  $t \in [0, \infty)$ , то будем иметь

$$\left[ \alpha(t) \frac{\partial \hat{F}(x, t)}{\partial t} + \beta(t) \frac{\partial \hat{F}(x, t)}{\partial x} + \hat{\gamma}(t) \hat{F}(x, t) \right] \Big|_{x=0} = \frac{1}{a_1 + a_2} \left\{ \alpha(t) [a_2 H_1^{(2)}(0, t) - a_1 H_2(0, t)] + \right. \\ \left. + \beta(t) [H_1^{(2)}(0, t) + H_2(0, t)] \right\} = (\beta(t) / a_1) H_1^{(2)}(0, t) = \hat{\mu}(t).$$

По выше доказанному функции  $\hat{\mu}(t) \in C^2(R_+)$ ,  $H_1^{(2)}(x, t) \in C^1(G_+)$  и, значит, для  $\beta \in C^2(R_+)$  должно быть непрерывным произведение  $\beta(t)(\partial^2 H_1^{(2)}(0, t)/\partial t^2) \in C(R_+)$  в последнем требовании гладкости (17) на основании формулы Лейбница для второй производной от произведения двух функций.

Подставляем в (7) решения  $\hat{u}_3(x, t) = \hat{\phi}(x + a_2 t)$ , которые получаются из (19) при функциях  $g = \hat{\phi}$ ,  $h = 0$ ,  $\hat{f} = 0$ , так как  $\hat{\phi} \in C^2(R_+)$  согласно необходимым условиям (9), и имеем равенства:

$$a_2 \alpha(t) \hat{\phi}'(a_2 t) + \beta(t) \hat{\phi}'(a_2 t) + \hat{\gamma}(t) \hat{\phi}(a_2 t) = (\beta(t)/a_1)(a_1 + a_2) \hat{\phi}'(a_2 t) + \hat{\gamma}(t) \hat{\phi}(a_2 t) = \hat{\mu}(t).$$

Тогда  $\beta(t) \hat{\phi}'(a_2 t) = [a_1 / (a_1 + a_2)] (\hat{\mu}(t) - \hat{\gamma}(t) \hat{\phi}(a_2 t)) \in C^2(R_+)$ , так как коэффициент  $\hat{\gamma} \in C^2(R_+)$  и по уже доказанному исходные данные  $\hat{\phi}, \hat{\mu} \in C^2(R_+)$ . Отсюда на основании формулы Лейбница второй производной от произведения двух функций  $\beta(t) \hat{\phi}'(a_2 t)$  мы заключаем, что произведение  $\beta(t) \hat{\phi}'''(a_2 t) \in C(R_+)$  для первого включения из (17), потому что коэффициент  $\beta \in C^2(R_+)$ .

Положив  $g(y) = \int_0^y \hat{\psi}(s) ds$ ,  $h(z) = \int_{(a_2/a_1)z}^0 \hat{\psi}(s) ds$ ,  $\hat{f} = 0$  в общем интеграле (19), ввиду (9) находим

частные классические решения  $\hat{u}_4(x, t) = \int_{a_2 t - (a_2/a_1)x}^{x+a_2 t} \hat{\psi}(s) ds \in C^2(G_+) \quad \forall \hat{\psi} \in C^1(R_+)$  однородного уравнения (5) и подставляем их в граничное условие (7)

$$\left\{ \alpha(t) \left[ a_2 \hat{\psi}(x + a_2 t) - a_2 \hat{\psi} \left( a_2 t - \frac{a_2}{a_1} x \right) \right] + \beta(t) \left[ \hat{\psi}(x + a_2 t) + \frac{a_2}{a_1} \hat{\psi} \left( a_2 t - \frac{a_2}{a_1} x \right) \right] + \hat{\gamma}(t) \int_{a_2 t - (a_2/a_1)x}^{x+a_2 t} \hat{\psi}(s) ds \right\} \Big|_{x=0} =$$

$$= \frac{a_1 + a_2}{a_1} \beta(t) \hat{\psi}(a_2 t) = \hat{\mu}(t) \in C^2(R_+).$$

Аналогично предыдущим двум случаям отсюда следует, что  $\beta(t) \hat{\psi}''(a_2 t) \in C(R_+)$  для второго включения из требований гладкости (17), так как функции  $\beta, \hat{\mu} \in C^2(R_+)$ .

Необходимость условий согласования (10), (11) граничного условия (7) с начальными условиями (6) и уравнением (5) показана перед формулировкой теоремы 1. Вывод необходимости дополнительного условия согласования (18) аналогичен выводу условия согласования (11) из значения второй производной по  $t$  левой и правой частей равенства (7) при  $t = 0$ , при этом используются гладкость коэффициентов  $\alpha, \beta, \hat{\gamma} \in C^2(R_+)$ , характеристичность первой кривой производной в (7) и дополнительная гладкость  $\hat{\mu}, \hat{\phi}, \hat{\psi}$  из (16) и (17). В том числе в условии (18) используется существование выражения с производной  $\hat{f}_{v_2}$  по вектору  $\vec{v}_2 = \{a_2, 1\}$  от правой части  $\hat{f}$  в начале координат:

$$\beta(0) \left( \partial \hat{f}(0, 0) / \partial v_2 \right) = a_1 \alpha(0) \left( \partial \hat{f}(0, 0) / \partial v_2 \right) \in R, \quad (27)$$

конечность которого вытекает из интегрального требования гладкости на  $\hat{f}$  в (17). Действительно, для любой функции  $\hat{f} \in C^2(G_\infty)$  справедливо тождество

$$J(t) = \beta(t) \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left( \int_0^t \hat{f}(a_2(t-\tau), \tau) d\tau \right) = \beta(t) \left\{ \left[ \hat{f}_t(x, t) + a_2 \hat{f}_x(x, t) \right] \Big|_{x=0} + a_2^2 \int_0^t \hat{f}_{xx}(x, \tau) \Big|_{x=a_2(t-\tau)} d\tau \right\} \in C(R_+).$$

Из этого тождества при  $t = 0$  имеем равенство  $J(0) = \beta(0)\hat{f}_{v_2}(0,0)$ , которое предельным переходом по  $\hat{f}$  распространяется с функций  $\hat{f} \in C^2(G_\infty)$  на все функции  $\hat{f} \in C(G_\infty)$ , удовлетворяющие требованиям гладкости (16) и (17), т.е. требование (27) выполняется.

Из формулы (15) при любом  $T > 0$  легко выводится непрерывная зависимость найденного решения  $\hat{u}_+$  в банаховом пространстве  $C^2(G_T^+)$  от исходных данных  $\hat{\phi}, \hat{\psi}, \hat{\mu}, \hat{f}$  в банаховых пространствах  $\hat{C}^2[0, T_a]$ ,  $\hat{C}^1[0, T_a]$ ,  $C^2[0, T]$ ,  $\hat{C}(G^T)$ , в которых множества  $G_T^+ = G^T \cap G_+$ ,  $G^T = \{(x, t) \in G_\infty : 0 \leq x + a_2 t \leq T_a, 0 \leq t \leq T\}$  и постоянная  $T_a = (a_1 + a_2)T$ , соответственно с нормами

$$\|\hat{u}_+\|_{C^2(G_T^+)} = \max_{(x,t) \in G_T^+} \sum_{0 \leq m+l \leq 2} |\partial_x^m \partial_t^l \hat{u}(x, t)|, \quad \|\hat{\phi}\|_{\hat{C}^2[0, T_a]} = \max_{0 \leq x \leq T_a} (|\hat{\phi}(x)| + |\hat{\phi}'(x)| + |\hat{\phi}''(x)| + |\beta(x/a_2)\hat{\phi}'''(x)|),$$

$$\|\hat{\psi}\|_{\hat{C}^1[0, T_a]} = \max_{0 \leq x \leq T_a} (|\hat{\psi}(x)| + |\hat{\psi}'(x)| + |\beta(x/a_2)\hat{\psi}''(x)|), \quad \|\hat{\mu}\|_{C^2[0, T]} = \max_{0 \leq t \leq T} (|\hat{\mu}(t)| + |\hat{\mu}'(t)| + |\hat{\mu}''(t)|),$$

$$\|\hat{f}\|_{\hat{C}(G^T)} = \max_{(x,t) \in G^T} \left( |\hat{f}(x, t)| + |\beta(t)\partial_t^2 H_1^{(2)}(0, t)| + \sum_{m+l=1} \left[ |\partial_x^m \partial_t^l H_1^{(2)}(x, t)| + |\partial_x^m \partial_t^l H_2(x, t)| \right] \right).$$

Таким образом, мы доказали существование, единственность и устойчивость решения  $\hat{u} \in C^2(G_\infty)$ , которое выражается формулой (13) на  $G_-$  и формулой (15) на  $G_+$ .

Так же, как в работе [5] и диссертации [6], доказывается

**Следствие 1.** Если правая часть  $\hat{f}$  уравнения (5) зависит только от  $x$  или  $t$ , то утверждение теоремы 1 верно без интегральных требований гладкости на  $\hat{f}$  в (14), (16), (17).

На основании теоремы 1 сформулируем следующую теорему.

**Теорема 2.** Смешанная задача (1)–(3) имеет единственное и устойчивое классическое решение  $u \in C^2(G_\infty)$ , которое на  $G_-$  выражается формулами (4), (13) при данных  $\hat{\phi}, \hat{\psi}, \hat{f}$  из (8) для тех и только тех  $\phi, \psi, f$ , для которых справедливы требования гладкости (14) при данных  $\phi, \psi, f$  вместо данных  $\hat{\phi}, \hat{\psi}, \hat{f}$ . Смешанная задача (1)–(3) на  $G_+$  имеет единственное и устойчивое классическое решение, которое выражается формулами (4), (15) при данных  $\hat{\phi}, \hat{\psi}, \hat{\mu}, \hat{f}$  из (8) для тех и только тех  $\phi, \psi, \mu, f$ , для которых справедливы требования гладкости (9), (16), (17) для данных  $\phi, \psi, \mu, f$  вместо данных  $\hat{\phi}, \hat{\psi}, \hat{\mu}, \hat{f}$ , а также условия согласования (10), (11), (18) при данных  $\hat{\phi}, \hat{\psi}, \hat{\mu}, \hat{f}$  из (8).

**Следствие 2.** Если правая часть  $f$  уравнения (1) зависит только от  $x$  или  $t$ , то утверждение теоремы 2 верно без интегральных требований гладкости на  $f$  в (14), (16), (17).

В случае зависимости правых частей уравнений (1) и (5) только от  $x$  или только от  $t$  интегральные требования гладкости в (14), (16), (17) на правые части автоматически выполняются и поэтому эти интегральные требования гладкости отсутствуют в формулировках следствий 1 и 2.

**З а м е ч а н и е.** Можно показать, что для смешанной задачи (5)–(7) (смешанной задачи (1)–(3)) указанная в требованиях (14) и (16) принадлежность интегралов от непрерывной функции  $\hat{f}$  в  $G_-$  (функции  $f$  в  $G_\infty$ ) соответственно множествам  $C^1(G_-)$  и  $C^1(G_+)$  эквивалентна их принадлежности соответственно множествам  $C^{(1,0)}(G_-)$  и  $C^{(1,0)}(G_+)$  или  $C^{(0,1)}(G_-)$  и  $C^{(0,1)}(G_+)$  [6]. Здесь  $C^{(1,0)}(\Omega)$  и  $C^{(0,1)}(\Omega)$  – соответственно множества непрерывно дифференцируемых по  $x$  и  $t$  и непрерывных по  $t$  и  $x$  функций на множестве  $\Omega \subset R^2$ .

**Заключение.** В данной работе выведена явная формула единственного и устойчивого классического решения смешанной задачи при зависящих от времени коэффициентах в граничном условии

с характеристической первой косою производной. Для однозначной и устойчивой везде разрешимости этой смешанной задачи найдены необходимые и достаточные требования гладкости на правую часть уравнения, начальные данные и граничное данное и три условия согласования граничного условия с начальными условиями и уравнением.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ломовцев, Ф.Е. Необходимые и достаточные условия вынужденных колебаний полуограниченной струны с первой характеристической косою производной в нестационарном граничном условии / Ф.Е. Ломовцев // Весті НАН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2016. – № 1. – С. 21–27.
2. Барановская, С.Н. Смешанная задача для уравнения колебания струны с зависящей от времени косою производной в краевом условии / С.Н. Барановская, Н.И. Юрчук // Дифференц. уравнения. – 2009, Т. 45, № 8. – С. 1188–1191.
3. Шлапакова, Т.С. Смешанная задача для уравнения колебания ограниченной струны с зависящей от времени производной в краевом условии, направленной по характеристике / Т.С. Шлапакова, Н.И. Юрчук // Вестник БГУ. – 2013. – Сер. 1, № 2. – С. 84–90.
4. Ломовцев, Ф.Е. Классические решения неоднородного факторизованного гиперболического уравнения второго порядка в четверти плоскости при полунестационарной второй косою производной в граничном условии / Ф.Е. Ломовцев, Е.Н. Новиков // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2015. – № 4(88). – С. 5–11.
5. Ломовцев, Ф.Е. Метод корректировки пробных решений общего волнового уравнения в первой четверти плоскости для минимальной гладкости его правой части / Ф.Е. Ломовцев // Журн. Беларус. гос. ун-та. Сер., Математика. Информатика. – 2017. – № 3. – С. 38–52.
6. Новиков, Е.Н. Смешанные задачи для уравнения вынужденных колебаний ограниченной струны при нестационарных граничных условиях с первой и второй косою производными: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук: 01.01.02 / Институт математики НАН Беларуси. – Минск, 2017. – 25 с.

## REFERENCES

1. Lomovtsev F.E. *Vestsi NAN Belarusi Ser. fiz. mat. navuk* [Journal of the National Academy of Sciences of Belarus. Physics and Mathematics Series], 2016, 1, pp. 21–27.
2. Baranovskaya S.N., Yurchuk N.I. *Differents. uravneniya* [Differential Equations], 2009, 45(8), pp. 1188–1191.
3. Shlapakova T.S., Yurchuk N.I. *Vestnik BGU Ser. 1* [Newsletter of BSU], 2013, 2, pp. 84–90.
4. Lomovtsev F.E., Novikov E.N. *Vesnik Vitsebskaga dzharzhavnaga universiteta* [Newsletter of Vitebsk State University], 2015, 4(88), pp. 5–11.
5. Lomovtsev F.E. *Zhurn. Belorus. gos. un-ta Matematika. Informatika*. [Journal of Belarusian State University. Mathematics and Informatics], 2017, 3, pp. 38–52.
6. Novikov E.N. *Smeshanniye zadachi dlia uravneniya vynuzhdennykh kolebaniy ogranichennoi struny pri nestatsionarnykh granichnykh usloviyakh s pervoi i vtoroi kosoi proizvodnymi: Avtoref. dis. ... kan-ta fiz.-mat. nauk* [Mixed Problems for the Forced Oscillation Equation of a Bounded String in the Unsteady Boundary Conditions with the First and Second Oblique Derivatives. Abstract of PhD (Physics and Mathematics)], Minsk, Institute of Mathematic of the National Academy of Sciences of Belarus, 2017, 25 p.

Поступила в редакцию 06.06.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: lomovcev@bsu.by – Ломовцев Ф.Е.



# Численное моделирование процесса формирования пульсирующего канала распространения мощного светового импульса в прозрачных диэлектриках

Н.Ю. Вислобоков

«Международный университет “МИТСО”», Витебский филиал

Одним из приоритетных научных направлений в настоящее время является фотоника. Экспериментальные исследования в данной области важны, поскольку именно они завершают исследовательский процесс при разработке готовых инновационных видов продукции и непосредственно предшествуют созданию их прототипов. Однако, ввиду широты области проведения экспериментальных исследований, на сегодняшний день, пожалуй, ни один эксперимент не начинается до проведения предварительных расчетов и верификации их результатов, а учитывая сложность как самих расчетов такого рода, так и правильной трактовки, и анализа их результатов, они осуществляются на основе численных методов и компьютерного моделирования.

Цель исследования – изучить закономерности формирования и определить диапазон параметров, при которых в прозрачных диэлектриках происходит формирование пульсирующего канала для ультракороткого высокоинтенсивного светового импульса.

**Материал и методы.** Для корректного описания рассматриваемых процессов необходимо модифицировать нелинейное уравнение Шредингера с учетом эффектов дисперсии (вплоть до высших порядков) и процессов индуцированной ионизации. Для решения полученной самосогласованной системы уравнений использовалась составленная автором численная схема. В ходе численного исследования учитывалось, что интенсивность отраженного светового импульса мала по сравнению с падающим импульсом.

**Результаты и их обсуждение.** В данной работе представлены результаты численного моделирования процесса формирования пульсирующего канала распространения для высокоинтенсивного светового импульса фемтосекундной длительности в прозрачных диэлектриках. Анализируется диапазон параметров, в пределах которого становится возможным захват излучения в пульсирующий канал и его протяженность в зависимости от параметров импульса и среды, а также исследуется влияние индуцированных ионизационных эффектов на эволюцию распространяющегося светового импульса.

**Заключение.** Показано, что при определенных параметрах для высокоинтенсивного ультракороткого светового импульса происходит формирование самоиндуцированного плазменного канала, в котором импульс распространяется в пульсирующем режиме. Установлено, что при определенных параметрах, после формирования такого плазменного канала, мощный световой импульс может распространяться в нем на достаточно большие расстояния (до 52670 мкм) в пульсирующем режиме, когда интенсивность и ширина пучка при распространении изменяются, но форма пространственно-временной огибающей сохраняется. Отмечено, что спектральные характеристики такого импульса в процессе распространения фактически не изменяются.

**Ключевые слова:** световой импульс, ультракороткий лазерный импульс, фемтосекундный импульс, пульсирующий канал распространения, квазисолитон, индуцированная ионизация, многофотонная ионизация.

## Numerical Simulation of the Process of Forming a Pulsating Channel for the Distribution of a Powerful Light Pulse in Transparent Dielectrics

N.Y. Vislobokov

International University of MITSO, Vitebsk Branch

One of the priority research directions today is photonics. The experimental studies in this field are important because they complete a research process in developing ready innovation product types and precede the creation of their prototypes. However, due to the width of the experimental research area, no experiment begins today before preliminary calculations and its result

verification and, considering the complexity of both the calculations of this type and the correct interpretation and result analysis, they are made on the basis of numerical methods and computer modeling.

The purpose of the research is to study the regulations of the formation and to determine the scale of the parameters of the formation of the pulsating channel for ultra short highly intensive light impulse which takes place in transparent dielectrics.

**Material and methods.** To describe the research processes correctly it is necessary to modify Schrödinger non-linear equation considering dispersion effects (up to highest ranks) and processes of induced ionizations. To solve the acquired self-agreed system of equations the numerical system which was compiled by the author was used. During the numerical research it was considered that the intensity of the reflected light impulse is weak compared to the falling impulse.

**Findings and their discussion.** Results of the numerical modeling of the process of the formation of the distribution pulsating channel for highly intensive light pulse of femtosecond duration in transparent dielectrics are presented in the paper. The range of parameters is analyzed within which it is possible to capture the impulse into the pulsating channel and its length depending on the parameters of the pulse and the environment; influence of induced ionization effects on the evolution of the dispersed light impulse is also analyzed.

**Conclusion.** It is indicated that with certain parameters for highly intensive ultra short light impulse the formation of self induced plasma channel takes place in which the impulse spreads in pulsating mode. It is shown that under certain parameters after the formation of such plasma channel a powerful light impulse can spread in it over a rather long distance (up to 52670 mkm) in the pulsating mode when the intensity and width of the band transform, when dispersed, but the form of the space and time curve is kept. It is pointed out that specter characteristics of such impulse in the process of the distribution do not actually change.

**Key words:** light pulse, ultra short laser pulse, femtosecond pulse, pulsating propagation channel, quasi-soliton, induced ionization, multiphoton ionization.

Одним из приоритетных научных направлений в настоящее время является фотоника. Экспериментальные исследования в данной области, безусловно, важны, поскольку именно они завершают исследовательский процесс при разработке готовых инновационных видов продукции и непосредственно предшествуют созданию их прототипов. Однако, ввиду широты области проведения экспериментальных исследований, на сегодняшний день, пожалуй, ни один эксперимент не начинается до проведения предварительных расчетов и верификации их результатов, а учитывая сложность как самих расчетов такого рода, так и правильной трактовки, и анализа их результатов, они осуществляются на основе численного и компьютерного моделирования. Соответственно численное моделирование является, по сути, типом исследований, направляющим экспериментальные изыскания, как для фотоники, лазерной оптики, так и для ряда других современных научных направлений.

В последнее время особое внимание со стороны ученых данного направления уделяется вопросу изучения динамики изменения параметров тераваттных ( $>1 \text{ ТВт/см}^2$ ) фемтосекундных радиально-симметричных световых импульсов, распространяющихся в газообразных средах и твердых телах. Импульсные пучки такой мощности и длительности относятся к мощным ультракоротким. К одним из самых актуальных относится вопрос выявления диапазона параметров, при которых данные импульсы будут распространяться на значительные расстояния. Известно, что распространение такого излучения в атмосфере может привести к филаментации, после которой группы филаментов (здесь филамент – ограниченный в пространстве лазерный импульс) еще могут успешно преодолевать достаточно большие расстояния [1]. Согласно уже проведенным исследованиям это явление обусловлено тем, что в процессе распространения такое импульсное излучение подвергается воздействию двух видов нелинейностей: самофокусировки, обусловленной эффектом Керра, и дефокусировки в индуцированной фотонной ионизацией электронной плазме.

Однако особенно актуальны исследования в области изучения закономерностей распространения мощных световых импульсов в прозрачных диэлектриках, примерами которых могут служить сапфир и кварцевое стекло, в частности выявление диапазона параметров, при которых наблюдается захват импульса в пульсирующий канал, когда пространственно-временной профиль импульса не претерпевает существенных изменений или изменения квазипериодические. Эти исследования относятся к одним из самых сложных, но в то же время не только интересных, но и актуальных, поскольку их результаты могут быть использованы для разработки компонентов лазерных систем, в проектировании и производстве волноводов [2], для инновационных 3D устройств хранения информации и других устройств микроэлектроники [3–5].

Вначале квазиволноводное распространение мощных лазерных импульсов в диэлектрических средах далее 0,1 см считалось невозможным, что было обусловлено тем, что излучение пикосекундной длительности вызывает явление лавинной фотоионизации и необратимую деформацию диэлектрика. Однако благодаря прогрессу в области производства лазерных систем и дальнейшим экспериментам было выявлено, что при длительности импульса менее двухсот фемтосекунд при максимальной интенсивности, не превышающей  $20 \text{ ТВт/см}^2$ , влияние эффекта лавинного плазмообразования становится незначительным по сравнению с другими ионизационными эффектами [5]. Кроме того, формирование пульсирующего канала в диэлектрических средах осложняется еще и тем, что здесь влияние эффектов самовоздействия света, обусловленного эффектом Керра, на несколько порядков больше, чем в воздухе.

В данной статье приводятся основные результаты численного моделирования процесса захвата мощного светового импульса ультракороткой длительности, распространяющегося в прозрачном диэлектрике (стекло bk7), в пульсирующий канал распространения. Определяется диапазон параметров, при которых наблюдается формирование самоиндуцированного пульсирующего канала для такого импульса. Показан пример протяженного пульсирующего канала (длиной 52678 мкм) для мощного ультракороткого светового импульса, когда форма огибающей интенсивности импульса в процессе распространения сохраняется (временной и пространственный профили не претерпевают существенных изменений).

Цель исследования – изучить закономерности формирования и определить диапазон параметров, при которых в прозрачных диэлектриках происходит формирование пульсирующего канала для ультракороткого высокоинтенсивного светового импульса.

**Материал и методы.** Для корректного описания рассматриваемых процессов необходимо модифицировать нелинейное уравнение Шредингера с учетом эффектов дисперсии (вплоть до высших порядков) и процессов индуцированной ионизации. Для решения полученной самосогласованной системы уравнений использовалась составленная автором численная схема. В ходе численного исследования учитывалось, что интенсивность отраженного светового импульса мала по сравнению с падающим импульсом.

**Результаты и их обсуждение.** Известно, что в процессе распространения в диэлектрических материалах лазерное излучение подвергается эффектам самовоздействия, например, импульсные пучки ультракороткой (пикосекундной, фемтосекундной) длительности в прозрачных диэлектриках подвергаются эффекту самофокусировки, значимость которого зависит от пиковой интенсивности импульса. Однако одновременно с фокусирующими эффектами на такое излучение воздействуют и дефокусирующие, которые обусловлены дисперсией и влиянием индуцированной фотоионизации диэлектрического материала.

Основным видом ионизации при заданных начальных условиях является многофотонная ионизация, обусловленная тем, что частицы в узлах кристаллической решетки одновременно, в одном элементарном акте, поглощают достаточное для ионизации количество фотонов. Когда суммарная энергия фотонов  $m\omega\hbar \geq U$  (где  $m$  (целое число) – порядок фотонного перехода,  $\hbar$  – постоянная планка), наблюдается ионизация. Этот эффект начинает проявляться, когда интенсивность излучения превышает характерную для каждого материала пороговую интенсивность многофотонного поглощения [6].

Казалось бы, проблема самофокусировки и коллапса мощного импульсного излучения в прозрачных диэлектриках может быть решена при помощи дисперсии, однако этот эффект приводит к распаду импульса на филаменты [7], соответственно пульсирующего канала не наблюдается. Более перспективным конкурентом для самофокусировки выглядит самоиндуцированная ионизация, соответственно, для формирования пульсирующего канала целесообразным представляется выбор в качестве среды распространения диэлектрика с малой дисперсией (ДГС), которая не будет препятствовать ионизации. Известно, что значимость влияния фотоионизации на световой импульс определяется как параметрами самого импульса (для мощных ультракоротких световых импульсов преимущественно пиковой напряженностью электромагнитного поля), так и параметрами диэлектрика, в котором этот импульс распространяется.

Благодаря фемтосекундной длительности импульса свободные электроны могут захватить значительную часть энергии, теряемой импульсом при многофотонной ионизации кристалла диэлектрика до передачи ее кристаллической решетке среды. Образуется плазма свободных электронов (ПСЭ), которая вносит отрицательный вклад в нелинейную часть показателя преломления среды, следовательно, оказывает дефокусирующее воздействие на распространяющийся пучок и задерживает коллапс.

При определенных условиях между фокусирующими и дефокусирующими эффектами самовоздействия устанавливается динамическое равновесие, благодаря чему световой импульс захватывается в так

называемый пульсирующий канал. Пространственный и временной профили мощного светового импульса в таком канале существенных изменений не претерпевают (форма огибающей сохраняется). Такой канал существует, пока соблюдается динамическое равновесие между эффектами самовоздействия.

Эволюция динамики распространения данного импульса описывается нелинейным уравнением Шредингера, включающим влияние эффектов дисперсии (вплоть до высших порядков) и процессов ионизации. Согласно уже проведенным исследованиям [5; 8; 9] предполагается, что доминирующим механизмом индуцирования электронной плазмы при параметрах, использовавшихся в компьютерном эксперименте, является многофотонное поглощение.

Уравнение, описывающее эволюцию импульсного пучка, проходящего через диэлектрик, имеет вид:

$$\frac{\partial E}{\partial z} = \frac{i}{2k} \left(1 + \frac{i}{\omega \tau_p} \frac{\partial}{\partial \tau}\right)^{-1} \nabla_{\perp}^2 E - i \frac{\beta_2}{2} \frac{\partial^2 E}{\partial \tau^2} + i k_0 n_2 \left(1 + \frac{i}{\omega \tau_p} \frac{\partial}{\partial \tau}\right) |E|^2 E - \frac{\sigma_{IBS}}{2} (1 + i \omega \tau_c) \rho E - \frac{1}{2} \frac{W_{PI} U}{|E|^2} E, \quad (1)$$

где  $E$  – напряженность электромагнитного поля;  $I$  – интенсивность электромагнитного поля;  $z$ ,  $r$  – продольная и поперечная координаты, соответственно;  $\tau$  – время,  $\nabla_{\perp}^2$  – оператор Лапласа по поперечной координате,  $k_0$  – начальный волновой вектор,  $\beta_2$  – коэффициент ДГС;  $n_2$  – нелинейная часть показателя преломления;  $\tau_p$  – длительность импульса на входе в среду;  $\rho$  – плотность ПСЭ;  $W_{PI}$  – скорость фотонной ионизации;  $\omega_0$  – несущая частота импульса;  $\sigma_{IBS}$  – поперечное сечение обратной волны, которое может быть вычислено по формуле:

$$\sigma_{IBS} = \frac{k \omega_0 \tau_c}{n_0^2 \rho_c (1 + \omega_0^2 \tau_c^2)}, \quad (2)$$

где  $k$  – волновой вектор,  $\tau_c$  – характерное время столкновений электронов.

В правой части уравнения (1) учтены дифракция (первое слагаемое), а в следующих слагаемых: ДГС (в частности коэффициент  $\beta_2$  для стекла bk7  $\beta_2 = 380$  фс/см<sup>2</sup>), влияние нелинейности, индуцированной фотоионизации и сгенерированной электронной плазмы. Кроме того, необходимо учесть то, что плотность электронной плазмы в процессе распространения импульса изменяется, скорость ее изменения, в пренебрежении лавиной и рекомбинацией, будет подчиняться следующему закону:

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} = \gamma \frac{I_0 \tau_p}{\rho_0} |E|^{2m}, \quad (3)$$

где  $\gamma$  – коэффициент ионизации,  $\rho_0$  – начальная плотность свободных электронов в среде,  $I_0$  – начальная пиковая интенсивность. Также в уравнении для плотности следует учесть эффект туннелирования свободных электронов через запрещенную зону диэлектрика из валентной зоны в зону проводимости и лавинную ионизацию.

Для завершения этапа построения численной модели, конечно же, необходимо перейти к системе уравнений с безразмерными величинами. Переход к безразмерным величинам ( $\zeta$ ,  $\tau'$ ,  $w'$ ,  $\rho'$ ) осуществим следующим образом:

$$\begin{aligned} |E|^2 &= I_0 |A|^2, \quad \zeta = \frac{z}{L_0}, \\ \tau' &= \left(t - \frac{z}{v_g}\right) / \tau_p, \quad w' = \frac{w}{w_0}, \quad \rho' = \frac{\rho}{\rho_0}. \end{aligned} \quad (4)$$

Соответственно для безразмерных величин уравнение (1) можно записать в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{\partial A}{\partial \zeta} &= \frac{i}{2k} \cdot \frac{1}{w_0^2} L_0 T' \Delta_{\perp} (A) - i \frac{\beta_2}{2} L_0 \frac{1}{\tau_p^2} \cdot \frac{\partial^2 A}{\partial \tau'^2} + i k_0 n_2 L_0 I_0 T' |A|^2 A - \frac{\sigma_{IBS}}{2} L_0 T'^{-1} (1 + i \omega_0 \tau_c) \rho_0 \rho A - \\ &\quad - \frac{1}{2} L_0 \frac{W_{PI} U}{I_0} \cdot \frac{A}{|A|^2}, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $T' = \left(1 + \frac{i}{\omega\tau_p} \cdot \frac{\partial}{\partial \tau'}\right)$ . Также учитывая, что  $L_0 = L_{df} = \frac{k w_0^2}{2}$ ,  $\frac{L_0}{2k w_0^2} = \frac{1}{4}$ .

Далее для сокращения записи и упрощения принципиального понимания смысла получившейся системы уравнений можно ввести еще следующие безразмерные коэффициенты:

$$D = -\left(\frac{L_0}{2k w_0^2}\right) \hat{T}'^{-1}, \quad \alpha_D = \frac{\beta_D L_0}{2\tau_p^2}, \quad \beta_1 = k n_2 L_0 I_0 \hat{T}', \quad \beta_2 = \frac{\sigma_{IBS} \rho_0 L_0}{2} (1 + i \omega_0 \tau_c) (\hat{T}')^{-1}, \quad \beta_3 = \frac{L_0 U}{2 I_0}. \quad (6)$$

После подстановки вместо уравнения (5) получим:

$$\frac{\partial A}{\partial \zeta} + i D \Delta_{\perp}(A) = -i \alpha_D \frac{\partial^2 A}{\partial \tau^2} + i \beta_1 |A|^2 A - \beta_1 \rho A - \beta_3 W_{PI} \frac{A}{|A|^2}. \quad (7)$$

Общее эволюционное уравнение для плотности ПСЭ после перехода к безразмерным величинам будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = W_{PI} + \eta_{PL} |A|^2 \rho - \eta_r \rho. \quad (8)$$

где  $W_{PI} = W_{PI} \cdot \tau_p / \rho_0$ ,  $\eta_{PL} = \tau_p I_0 \sigma_{IBS} / U$ ,  $\eta_r = \tau_p / \tau_r$ .

Для расчета  $W_{PI}$  наиболее целесообразным представляется использовать способ, рассмотренный в [8].

Вычисление плотности ПСЭ в исследуемой области производилось на каждом шаге при помощи отдельной, согласованной с основной, численной схемы, интегрированной в основную численную схему.

Полученная система нелинейных уравнений решалась при помощи составленной автором численной схемы, которая позволяет найти решение нелинейного уравнения Шредингера, учитывающего дисперсию, дифракцию, эффекты самовоздействия, ионизацию и индуцированное плазмаобразование. Кроме того, при численном моделировании считалось, что интенсивность отраженного пучка мала по сравнению с падающим пучком, а значит, не оказывает заметного влияния на динамику изменения плотности ПСЭ и пространственно-временной профиль импульса.

Численное исследование проводилось с целью выявления параметров, благоприятных для формирования пульсирующего для 790 нм лазерного импульса, распространяющегося в прозрачном диэлектрике. Параметры прозрачной диэлектрической среды соответствовали стеклу bk7. Анализировались динамика изменения пространственно-временного профиля интенсивности импульса и изменение ширины его спектра. С учетом реальных возможностей современных лазерных систем начальная длительность импульса изменялась в пределах от 50 до 90 фс (с шагом в 5 фс), а начальная ширина пучка – в пределах от 30–70 мкм.

В процессе численного моделирования осуществлялся мониторинг изменения фазы и спектра импульса; параметров пучка  $I(r, z)$ , временного профиля импульса  $I(t, z)$  и пространственно-временного профиля  $I(r, t)$  распространяющегося светового импульса. Начальный импульсный пучок считался осесимметричным.

В ходе численного исследования было выявлено, что для высокоинтенсивных световых импульсов ( $\geq 1$  ТВт/см<sup>2</sup>) уменьшение длительности импульса до значений  $\leq 90$  фс и одновременное сужение ширины пучка на входе в диэлектрик до значений  $\leq 70$  мкм способствуют формированию солитоноподобного квазиволновода протяженностью порядка одной дифракционной длины.

Кроме того, для выявления диэлектриков, наиболее благоприятных для исследуемого режима распространения лазерного излучения, анализировалось влияние на протяженность пульсирующего канала таких параметров среды, как коэффициент дисперсии групповой скорости ( $\beta_2$ ) и нелинейная часть показателя преломления ( $n_2$ ). Пределы варьирования  $\beta_2$  и  $n_2$  были выбраны из соображений, ограничива-

ющих пределы применимости модели и особенности изучаемого класса диэлектриков: значения  $n_2$  изменялись в диапазоне  $361 \div 1280 \text{ фс}^2/\text{см}$  и  $n_2$  в пределах  $2 \cdot 10^{-16} \div 5 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2/\text{Вт}$ .

Обратимся к наиболее интересным результатам исследования. Обсуждая результаты изучения влияния параметров диэлектрической среды, надо отметить, что даже при небольших расстояниях (в пределах дифракционной длины) становится очевидно, что большая дисперсия явно не способствует установлению квазисолитонного или пульсирующего режима распространения для мощного ультракороткого светового импульса, в частности увеличение коэффициента  $\beta_2$  обуславливает, соответственно, большие отклонения формы пучка от начальной. Что касается нелинейности второго порядка, то в данном случае было установлено, что увеличение значения коэффициента  $n_2$  позволяет наблюдать пульсирующий канал распространения при более низких интенсивностях.

В результате проведенного численного моделирования была определена величина начальной интенсивности импульсного излучения, благоприятствующая формированию квазиволновода протяженностью не менее одной дифракционной длины уже на входе в диэлектрик.

Так, в частности, было выявлено, что для  $\tau_p = 70 \text{ фс}$ ,  $w_0 = 50 \text{ мкм}$ , например, оптимальная полученная начальная интенсивность формирования квазиволновода –  $I_0 \square_0 = 5.71 \text{ ТВт/см}^2$ .

Изменение огибающей интенсивности  $I(r, z)$  такого светового импульса, распространяющегося в кварцевом стекле, при учете ионизационных эффектов приведено на рис. 1.

Анализ показал, что данный режим распространения мощного ультракороткого излучения становится возможным преимущественно из-за того, что усиление дефокусирующего влияния самоиндуцированной ПСЭ останавливает и сдерживает в течение некоторого времени самофокусировку, обусловленную эффектом Керра.

Наблюдение за динамикой фазы и спектра такого импульса выявило, что фаза его фактически не изменяется. Спектр также значимых изменений не претерпевает, хотя и несколько расширяется, отклоняясь от начального в высокочастотную область.

Изучение процесса эволюции огибающей импульсного пучка, распространяющегося далее  $1L_{df}$ , вплоть до  $4L_{df}$ , позволило увидеть (рис. 1, для  $1 < \zeta < 4$ ), что в процессе дальнейшего распространения квазисолитон постепенно «расплывается». Казалось бы, протяженность квазиволновода можно увеличить, просто повысив начальную интенсивность (современные лазерные системы позволяют это сделать), однако в этом случае динамическое равновесие между фокусирующими и дефокусирующими эффектами уже будет нарушено, эффект самофокусировки будет доминировать, что приведет к коллапсу импульса, сопровождающемуся деформацией диэлектрика.

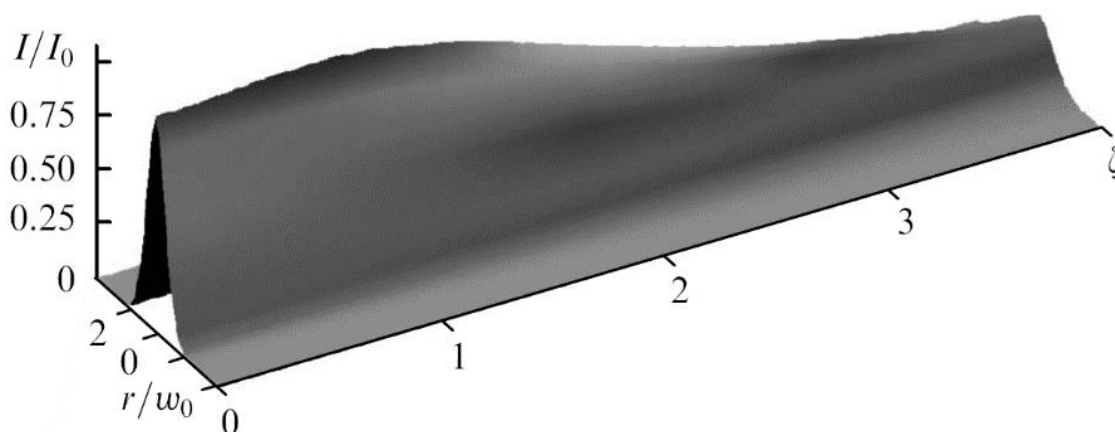


Рис. 1. Изменение огибающей пучка шириной  $w_0=50 \text{ мкм}$  в центре светового импульса, распространяющегося до  $4L_{df}$  вдоль продольной координаты ( $\zeta$ ) при  $I_0=5.71 \text{ ТВт/см}^2$  в кварцевом стекле (продольная координата  $\zeta=z/L_{df}$ ,  $1L_{df}=14.6 \text{ мм}$ )

Особый интерес вызывают результаты, которые были получены при численном моделировании, когда при достаточно малых значениях длительности импульса и ширины пучка начальная пиковая интенсивность была несколько меньше значений, оптимальных для формирования квазиволновода, соответственно дефокусирующее воздействие ионизации не могло остановить самофокусировку и импульсный пучок, распространяясь в диэлектрике, сначала постепенно фокусировался, однако при этом влияние индуцированной ионизации усиливалось и при достижении определенных пороговых значений фокусировка останавливалась самоиндуцированной ПСЭ.

В дальнейшем из-за дефокусировки пиковая интенсивность светового импульса постепенно уменьшается, соответственно становится все меньше и дефокусирующее влияние ПСЭ, а влияние эффекта самофокусировки опять увеличивается, соответственно импульс, пройдя некоторое расстояние, начинает опять фокусироваться. И опять все повторяется до тех пор, пока энергия импульса будет достаточной. Наблюдается формирование так называемого пульсирующего канала распространения для мощного светового импульса. В качестве примера на рис. 2а можно увидеть пульсирующий канал протяженностью  $10L_{df} = 52.67$  мм в кристалле кварцевого стекла. На графике изображена эволюция огибающей пучка в центре импульса, который распространяется вдоль продольной координаты  $\zeta$ .

Видно, что в процессе распространения максимумы интенсивности на этапах фокусировки постепенно снижаются. Что же касается пространственного профиля, то его ширина в процессе распространения в пульсирующем канале все время изменяется, однако качественно его форма сохраняется, что можно увидеть по пространственной огибающей лазерного пучка в центре такого импульса  $I(r, t) = 0$ , распространяющегося в стекле bk7 в пульсирующем канале. На рис. 2б для сравнения приведены начальный профиль (сплошная кривая), а также профили в первом максимуме (штриховая кривая) и первом минимуме стадии (точечная кривая). Ширина пространственного профиля постоянно изменяется, однако качественно он остается гауссовым, что видно на рис. 2б, на котором изображена пространственная огибающая лазерного пучка в центре светового импульса, распространяющегося в кварцевом стекле, в пульсирующем канале, на входе (сплошная кривая), в первом фокусе (штриховая кривая), в пике первой дефокусирующей стадии (точечная кривая).

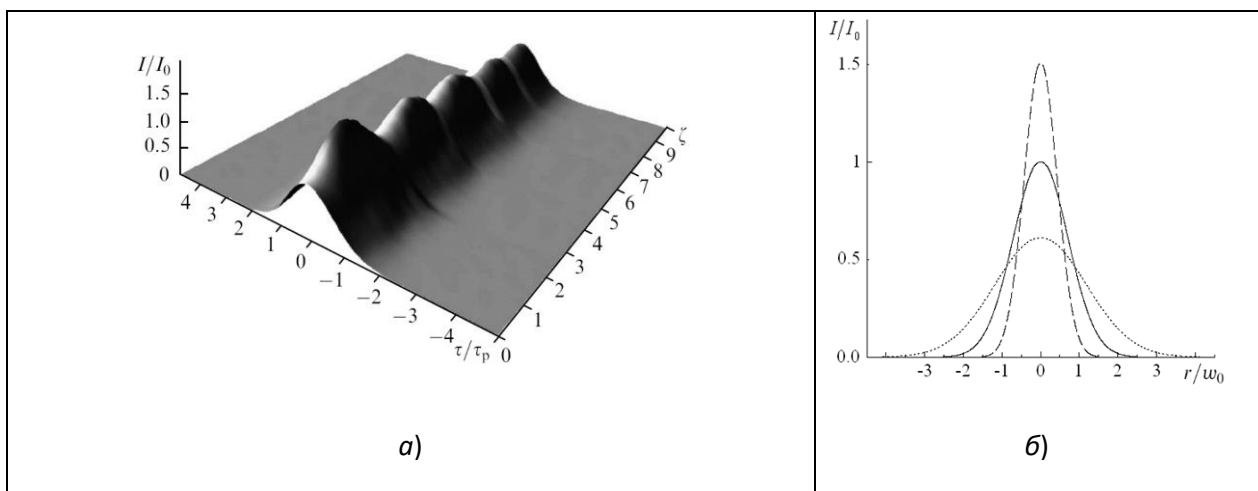


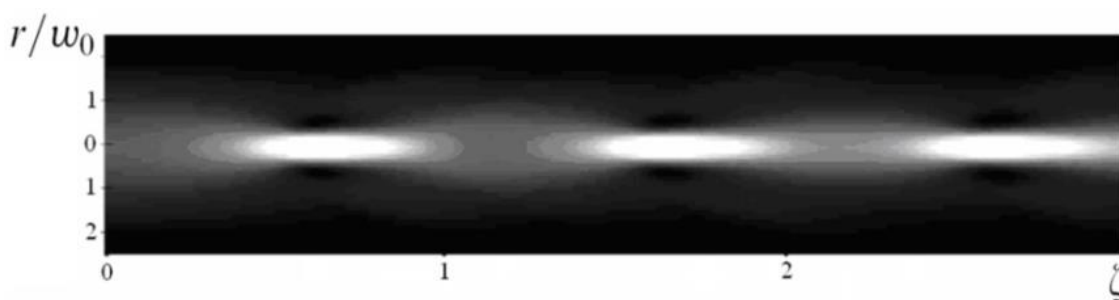
Рис. 2. а) пространственно-временное распределение огибающей интенсивности при распространении светового импульса в кварцевом стекле с учетом индуцированной ионизации в пульсирующем канале на  $10L_{df}$ , (продольная координата  $\zeta = z/L_{df}$ ,  $L_{df} = 5.267$  мм); б) пространственная огибающая в центре светового импульса, распространяющегося в кварцевом стекле в пульсирующем канале, на входе (сплошная кривая), в первом фокусе (штриховая кривая), в пике первой дефокусирующей стадии (точечная кривая)

Продолжая анализ результатов численного моделирования, можно отметить, что уменьшение начальной ширины пучка до значений  $w_0 \leq 15$  мкм формирования пульсирующего канала не происходило, такой световой пучок достаточно быстро фокусировался, а затем дефокусировался

в самоиндуцированной ПСЭ, причем скорость дефокусировки увеличивалась при увеличении начальной интенсивности. Однако из-за слишком сильной дефокусировки интенсивности такого светового пучка уже было недостаточно для начала процесса самофокусировки, и он расплывался.

При увеличении параметра  $w_0$  до 20 мкм пульсирующий канал распространения для мощного фемтосекундного светового импульса формировался, такой пучок в процессе распространения в кристалле диэлектрика проходил несколько стадий фокусировки-дефокусировки, его протяженность составляла порядка трех дифракционных длин (для  $w_0 = 20$  мкм  $L_{df} = 2,34$  мм, и соответственно  $3L_{df} = 7,02$  мм).

Эволюция пространственно-временного профиля интенсивности такого импульса фактически аналогична динамике изменения профиля импульса, распространяющегося на расстояние  $10L_{df}$  (описана выше), за исключением того, что в данном случае наблюдается более быстрая смена этапов самофокусировки и дефокусировки, а интенсивность в максимумах достигает больших значений. Изображение пространственного распределения интенсивности такого светового импульса приведено на рис. 3. При изменении параметра  $w_0$  в сторону увеличения относительно оптимальных 30 мкм, когда формировался пульсирующий канал протяженностью в 10 дифракционных длин, наблюдалась ситуация, в целом аналогичная отклонению в сторону уменьшения ширины пучка – пульсирующий канал формировался, однако его протяженность постепенно уменьшалась.



**Рис. 3. Тоновое изображение пространственного распределения интенсивности светового импульса (большей интенсивности соответствует большая освещенность), распространяющегося в пульсирующем канале на  $3L_{df}$ , в кристалле кварцевого стекла с учетом ионизационных эффектов при  $w_0=20$  мкм (продольная координата  $\zeta=z/L_{df}$ ,  $\zeta=z/L_{df}$ ,  $L_{df}=2.34$  мм)**

**Заключение.** Таким образом, нами показано, как дефокусирующие плазменные эффекты и фокусирующие эффекты самовоздействия, обусловленные керровской нелинейностью кристалла диэлектрика, взаимодействуют при фемтосекундной длительности тераваттного светового импульса в процессе его распространения в кристалле прозрачного диэлектрика, проанализировано влияние данных эффектов на эволюцию пространственно-временного профиля огибающей интенсивности и ширину спектра импульса. Определены параметры, благоприятные для формирования квазиволноводного и пульсирующего режимов распространения светового импульса. Выявлено, что для световых пучков большей ширины характерно формирование квазиволновода при меньших значениях интенсивности (при одинаковых остальных параметрах). Отмечено, что при всех рассмотренных параметрах протяженность квазиволновода при условии отсутствия необратимых деформаций диэлектрического материала остается достаточно малой. Добиться распространения мощного ультракороткого светового импульса в кристалле диэлектрика на большие расстояния, при условии сохранения формы его огибающей, удалось путем формирования самоиндуцированного плазменного канала, в котором импульс распространялся в пульсирующем режиме, когда интенсивность и ширина пучка изменялись, но форма пространственно-временной огибающей сохранялась. Установлено, что при определенных параметрах, после формирования такого плазменного канала, мощный световой импульс может распространяться в нем на расстояние, в десять раз превышающее длину квазиволновода (до 52670 мкм). Отмечено, что спектральные характеристики импульса в процессе распространения в таком канале фактически не изменяются.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Liu, W. Experimental observation and simulations of the self-action of white light laser pulse propagating in air / W. Liu, S.A. Hosseini, Q. Luo, B. Ferland, S.L. Chin, O.G. Kosareva, N.A. Panov, V.P. Kandidov // *New Journal of Physics*. – 2014. – Vol. 28, № 6. – P. 6–27.
2. Hayden, T. Large amplitude wavelength modulation spectroscopy for sensitive measurements of broad absorbers / T.S. Hayden, G.B. Rieker // *Optics Express*. – 2016. – Vol. 24, № 4. – P. 27910–27921.
3. Sugioka, K. Ultrafast lasers-reliable tools for advanced materials processing / K. Sugioka and Y. Cheng // *Light Sci. Appl.* – 2014. – Vol. 85, № 3. – P. 435–448.
4. Proudnik, A. Electromagnetic interference shielding properties of the Cu, Ti and Cr coatings deposited by Arc-PVD on textile materials / A. Proudnik, Y. Zamastotsky, V. Siarheyev, V. Siuborov, E. Stankevich, I. Pobol // *Przegląd Elektrotechniczny*. – 2012. – Vol. 1, № 6. – P. 81–83.
5. Vislobokov, N.Yu. Supercontinuum generation by ultra-high power femtosecond laser pulses in dielectrics / N.Yu. Vislobokov, A.P. Sukhorukov // *Physics of Wave Phenomena*. – 2009. – Vol. 17, № 1. – P. 11–14.
6. Couairon, A. Femtosecond filamentation in transparent media / A. Couairon, A. Mysyrowicz // *Phys. Rep.* – 2007. – Vol. 441, № 1. – P. 47–189.
7. Pfeiffer, M. Microstructuring of fused silica using femtosecond laser pulses of various wavelengths / M. Pfeiffer, A. Engel, G. Reisse, S. Weissmantel // *Applied Physics A*. – 2015. – Vol. 121, № 2. – P. 161105–161110.
8. Вислобоков, Н.Ю. Численное моделирование влияния дисперсии на спектральную континуацию мощных фемтосекундных импульсов в кварцевом стекле / Н.Ю. Вислобоков // *Весн. Віцеб. дзярж. ун-та*. – 2014. – № 2(80). – С. 23–28.
9. Fu, W. High-power femtosecond pulses without a modelocked laser / W. Fu, L.G. Wright, F.W. Wise // *JOSA Optica*. – 2017. – Vol. 4, № 7. – P. 831–834.

## REFERENCES

1. Liu, W. Experimental observation and simulations of the self-action of white light laser pulse propagating in air / W. Liu, S.A. Hosseini, Q. Luo, B. Ferland, S.L. Chin, O.G. Kosareva, N.A. Panov, V.P. Kandidov // *New Journal of Physics*. – 2014. – Vol. 28, № 6. – P. 6–27.
2. Hayden, T. Large amplitude wavelength modulation spectroscopy for sensitive measurements of broad absorbers / T.S. Hayden, G.B. Rieker // *Optics Express*. – 2016. – Vol. 24. – № 4. – P. 27910–27921.
3. Sugioka, K. Ultrafast lasers-reliable tools for advanced materials processing / K. Sugioka and Y. Cheng // *Light Sci. Appl.* – 2014. – Vol. 85, № 3. – P. 435–448.
4. Proudnik, A. Electromagnetic interference shielding properties of the Cu, Ti and Cr coatings deposited by Arc-PVD on textile materials / A. Proudnik, Y. Zamastotsky, V. Siarheyev, V. Siuborov, E. Stankevich, I. Pobol // *Przegląd Elektrotechniczny*. – 2012. – Vol. 1. – № 6. – P. 81–83.
5. Vislobokov, N.Yu. Supercontinuum generation by ultra-high power femtosecond laser pulses in dielectrics / N.Yu. Vislobokov, A.P. Sukhorukov // *Physics of Wave Phenomena*. – 2009. – Vol. 17. – № 1. – P. 11–14.
6. Couairon, A. Femtosecond filamentation in transparent media / A. Couairon, A. Mysyrowicz // *Phys. Rep.* – 2007. – Vol. 441. – № 1. – P. 47–189.
7. Pfeiffer, M. Microstructuring of fused silica using femtosecond laser pulses of various wavelengths / M. Pfeiffer, A. Engel, G. Reisse, S. Weissmantel // *Applied Physics A*. – 2015. – Vol. 121. – № 2. – P. 161105–161110.
8. Vislobokov, N.Yu. *Vesn. Vitebsk. dziazh. un-ta* [Journal of Vitebsk State University], 2014, 2(80), pp. 23–28.
9. Fu, W. High-power femtosecond pulses without a modelocked laser / W. Fu, L.G. Wright, F.W. Wise // *JOSA Optica*. – 2017. – Vol. 4, № 7. – P. 831–834.

Поступила в редакцию 18.05.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: nkt\_2004@mail.ru – Вислобоков Н.Ю.



# БІАЛОГІЯ

УДК 636.2:51-7:001.891.5(476)

## Полиномиальные, логарифмические и экспоненциальные математические функции при построении моделей в биологических исследованиях

М.Н. Борисевич\*, П.А. Красочко\*, И.М. Прищепа\*\*

*\*Учреждение образования «Витебская ордена “Знак Почета”  
государственная академия ветеринарной медицины»*

*\*\*Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машерова»*

*В настоящей статье приведено решение задачи по построению регрессионных моделей поголовья телят в Республике Беларусь, заболевших колибактериозом. Данные взяты за 10 лет, начиная с 1989 г. и по 1998 г.*

*Цель работы – построение несложных математических моделей, описывающих реальные процессы в биологических исследованиях.*

**Материал и методы.** *Материал: данные официальной статистической отчетности Главного управления ветеринарии Минсельхозпрода Республики Беларусь и Республиканской ветеринарной лаборатории. Использованы методы регрессионного математического анализа.*

**Результаты и их обсуждение.** *В результате серии вычислительных экспериментов построены двумерные графические зависимости: по оси абсцисс – годы, по оси ординат – поголовье больных телят (тыс. голов); отмечены значения, заимствованные из материалов официальной статистической отчетности (на примере Главного управления ветеринарии Минсельхозпрода Республики Беларусь и Республиканской ветеринарной лаборатории); кривые построены в соответствии с используемыми регрессионными моделями (полиномиальной функцией первой, второй, третьей и четвертой степеней; логарифмической функцией (по основанию 10); логарифмической функцией (по основанию E) и экспоненциальной функцией).*

*Графические зависимости позволяют визуально оценить имеющиеся различия между данными ветеринарной отчетности и данными вычислений, полученными в экспериментах с группой указанных регрессионных моделей.*

**Заключение.** *Регрессионные кривые, представленные в статье, описывают большое поголовье новорожденных телят с различной степенью точности. Наилучшего результата можно достичь при использовании полиномиальной функции пятой степени. Аппроксимация статистических данных с ее помощью может быть осуществлена почти с нулевой ошибкой. Для остальных регрессионных моделей картина складывается неудовлетворительная (точность/ошибка): полиномиальные функции первой степени – (18%/82%), второй – (25%/75%); третьей – (28%/72%); четвертой – (21%/79%); логарифмические функции – (10%/90%); экспоненциальная функция – (23%/77). Сказанное позволяет окончательно заключить, что для практических приложений можно с большой долей уверенности рекомендовать математическую модель, описываемую полиномиальной функцией пятой степени. Остальные модели, рассмотренные в данной статье, мало пригодны или почти непригодны для этих целей.*

**Ключевые слова:** *математическая модель, уравнение регрессии, функция, показательная функция, гиперболическая функция, степенная функция.*

# Polynomial, Logarithmic and Exponential Mathematical Functions in Building Models in Biological Research

M.N. Borisevich\*, P.A. Krasochko\*, I.M. Prishchepa\*\*

\*Educational Establishment «Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine»

\*\*Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

*In the present article the solution of the problem of creation of regression models of a livestock of calves in the Republic of Belarus, ill with colibacteriosis, is provided. The data are taken over ten years, from 1989 to 1998.*

*The objective of the research is building simple mathematical models which describe real processes in biological research.*

**Material and methods.** *The research material is data of the official statistical reporting of Head Department of Veterinary Medicine of Ministry of Agriculture and Food Production of the Republic of Belarus and the Republican Veterinary Laboratory. Methods of regressive mathematical analysis are used.*

**Findings and their discussion.** *As a result of a series of computing experiments two-dimensional graphic dependences are constructed: on an abscissa axis – years, on an axis of ordinates – a livestock of sick calves (thousands of heads); the values are borrowed from materials of the official statistical reporting (on the example of Head Department of Veterinary Medicine of Ministry of Agriculture and Food Production of the Republic of Belarus and Republican Veterinary Laboratory); curves are constructed according to the used regression models (polynomial function of the first, second, third and fourth degrees; the logarithmic function (on the basis of 10); the logarithmic function (on the basis of E) and the exponential function.*

*Graphic dependences allow to estimate visually available differences between the data of the veterinary reporting and data of calculations received in experiments with the group of the specified regression models.*

**Conclusion.** *The regression curves presented in article describe sick livestock of newborn calves with various degree of accuracy. The best result can be achieved when using polynomial function of the fifth degree. Approximation of statistical data with its help can be carried out with almost a zero mistake. For the other regression models the picture develops unsatisfactory (accuracy/error: polynomial functions – the first degree (18%/82%), the second – (25%/75%); the third – (28%/72%); the fourth – (21%/79%); logarithmic functions – (10%/90%); exponential function – (23%/77). This allows to conclude finally that for practical applications it is possible to recommend the mathematical model described by the polynomial function of the fifth degree with a big share of confidence. Other models considered in this article are little suitable or almost unsuitable for these purposes.*

**Key words:** *mathematical model, regression equation, function, exponential function, hyperbolic function, degree function.*

**В** настоящей статье приведено решение задачи по построению регрессионных моделей поголовья телят в Республике Беларусь, заболевших колибактериозом. Данные взяты за 10 лет, начиная с 1989 г. и по 1998 г. [1; 2].

Цель работы – построение несложных математических моделей, описывающих реальные процессы в биологических исследованиях.

**Материал и методы.** Материал: данные официальной статистической отчетности Главного управления ветеринарии Минсельхозпрода Республики Беларусь и Республиканской ветеринарной лаборатории. Использованы методы регрессионного математического анализа.

**Результаты и их обсуждение.** В результате серии вычислительных экспериментов получены зависимости, представленные на рис. 1 и рис. 2 (здесь отложены: по оси абсцисс – годы, цифре 1 соответствует 1989 г., 2 – 1990 г., 3 – 1991 г. и т.д.; по оси ординат – поголовье больных телят (тыс. голов); точками отмечены значения, заимствованные из материалов официальной статистической отчетности (Главного управления ветеринарии Минсельхозпрода Республики Беларусь и Республиканской ветеринарной лаборатории); сплошные кривые построены в соответствии с используемыми регрессионными моделями (перечень моделей представлен в табл.).

Графические зависимости позволяют визуально оценить имеющиеся различия между данными ветеринарной отчетности и данными вычислений, полученными в экспериментах с группой регрессионных моделей (на рис. 1 это серия полиномиальных моделей, различающихся значением показателя степени ( $m = 1, 2, 3, 4, 5$ ), на рис. 2 – трехмодельная группа из двух логарифмических (десятичной и натуральной) и одной экспоненциальной моделей).

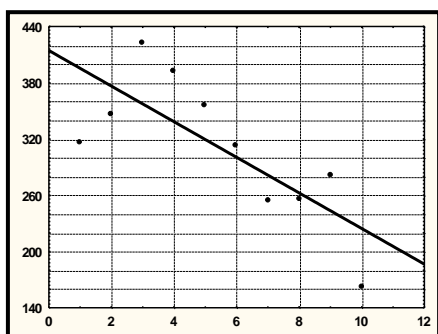
Полиномиальная функция первой степени (рис. 1, а) (по-другому ее называют линейной функцией или просто линейной регрессионной моделью) неудовлетворительно описывает фактические данные – точки разбросаны почти по всей области рисунка, ни одна из них не принадлежит уравнению регрессии. Вследствие этого имеет место и невысокое значение коэффициента детерминации (для анализируемой кривой он равен 0,577). Фактические значения, соответствующие статистической отчетности, описываются с крайне низкой

точностью – 18%, при этом погрешность аппроксимации недопустимо большая ( $1 - \eta = 82\%$ ). Вместе с тем модель регрессии имеет простой вид, конструкция уравнения обеспечивается только двумя коэффициентами –  $\theta_0 = 414,43$  и  $\theta_1 = -18,99$ . Рекомендовать кривую к практическому применению не имеет смысла – слишком велика погрешность и низка точность модельного представления.

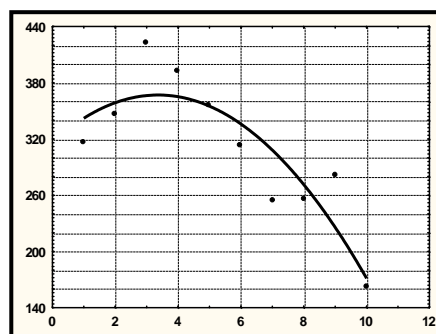
Полиномиальная функция второй степени (изображена на рис. 1, б) относится к классу нелинейных регрессионных моделей. Для ее конструирования требуются три модельных коэффициента –  $\theta_0 = 316,70$ ,  $\theta_1 = 29,87$  и  $\theta_2 = -4,44$  (последние, как известно, находятся из фактических данных по формулам регрессионного анализа). Коэффициенты определяют структуру регрессионного уравнения, применяемого в анализе с целью аппроксимации исходных данных, выполняя в нем роль параметров. Анализ рис. 1, б показывает, в частности, что для данного вида регрессии степень приближения теоретических точек к точкам фактическим может быть оценена как неудовлетворительная (точность – 25%, ошибка – 75%; для первого случая эти же показатели были равны соответственно 18% и 82%). Коэффициент детерминации 0,777. Это выше, чем в предыдущем случае, но недостаточно для корректного описания исходных данных. По обозначенной причине применять полученные здесь формулы для практических вычислений не следует.

Полиномиальная функция третьей степени (рис. 1, в) лишь немногим лучше предыдущей функции (коэффициент детерминации – 0,868, точность приближения – 28%, ошибка аппроксимации – 72%). Функция сложнее квадратичной (полиномиальной функции второй степени). Для ее задания требуется уже четыре параметра –  $\theta_0 = 233,06$ ,  $\theta_1 = 104,06$ ,  $\theta_2 = -20,52$  и  $\theta_3 = 0,97$ . Перечисленные факторы не позволяют рекомендовать эту модель к практическому применению.

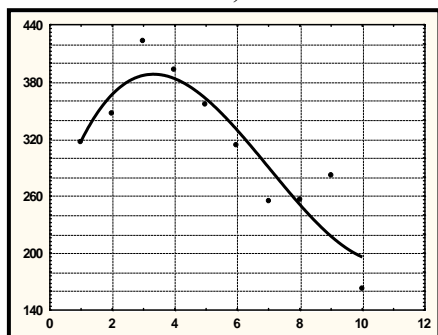
Полиномиальная функция четвертой степени (рис. 1, г) еще хуже определяет исходные точки по сравнению с предыдущей моделью. Для нее коэффициент детерминации  $D = 0,650$ . Хотя для корректного построения этой модели требуется пять параметров (а не восемь или десять) ( $\theta_0 = 94,67$ ,  $\theta_1 = 281,48$ ,  $\theta_2 = -85,44$ ,  $\theta_3 = 9,85$  и  $\theta_4 = -0,40$ ), ее трудно рекомендовать к практическому использованию. С ее помощью достигается лишь 21%-ная точность совпадения с фактически данными, уровень погрешностей достаточно высок – 79%.



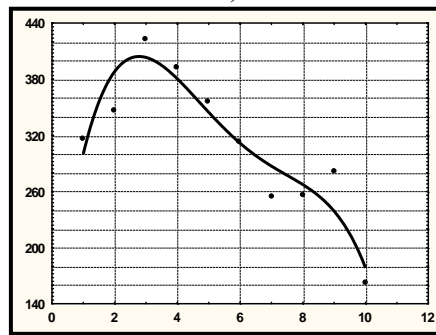
а)



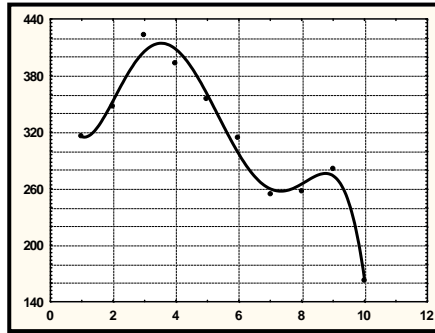
б)



в)

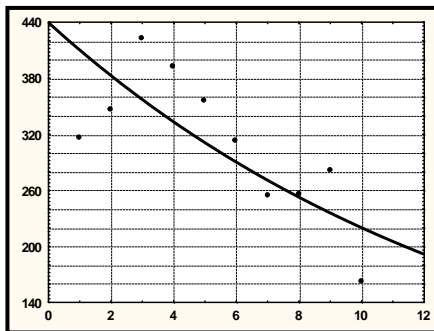


г)

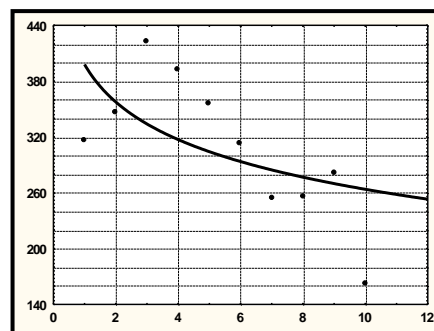


д)

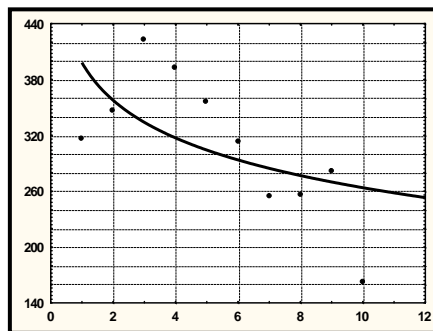
Рис. 1. Полиномиальные функции различных степеней: первой (а), второй (б), третьей (в), четвертой (г), пятой (д).



а)



б)



в)

Рис. 2. Логарифмические функции: по основанию 10 (а), по основанию  $e$  (б); экспоненциальная функция (в).

Наилучшее приближение к статистическим данным достигается при помощи полиномиальной функции пятой степени (рис. 1, д). Ее конструкция требует максимального числа параметров – шести ( $\theta_0 = 450,25$ ,  $\theta_1 = -304,68$ ,  $\theta_2 = 222,27$ ,  $\theta_3 = -58,94$ ,  $\theta_4 = 6,43$  и  $\theta_5 = -0,25$ ). За счет этого обеспечивается почти 100%-ная точность воспроизведения отчетных данных, ошибка воспроизведения равна нулю. Модель является идеальной для практических применений.

Резюмируя анализ рис. 1, отметим, что в целом полиномиальная функция не пригодна для аппроксимации данных ветеринарной отчетности. Для нее характерен низкий уровень точности регрессионных кривых (18% – для линейной модели, 25% – для квадратичной, 28% – для кубической, 21% – для четверичной). Исключение составляет лишь функция пятой степени – она описывает данные с 100%-ной точностью и может быть рекомендована для использования на практике без ограничений.

Таблиця

Вид регресии, ее математическая модель, значения вспомогательных выражений и ошибка регрессии D

№ п/п	Вид регрессии	Математическая модель регрессии	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	D	$\eta$
1.	Полиномиальная функция первой степени	$y = 414,43 - 18,99 * x$	29751,16	51602	0,577	0,18
2.	Полиномиальная функция второй степени	$y = 316,70 + 29,87 * x - 4,44 * x^2$	40097,3	51602	0,777	0,25
3.	Полиномиальная функция третьей степени	$y = 233,06 + 104,06 * x - 20,52 * x^2 + 0,97 * x^3$	44804,33	51602	0,868	0,28
4.	Полиномиальная функция четвертой степени	$y = 94,67 + 281,48 * x - 85,44 * x^2 + 9,85 * x^3 - 0,40 * x^4$	33551,47	51602	0,650	0,21
5.	Полиномиальная функция пятой степени	$y = 450,25 - 304,68 * x + 222,27 * x^2 - 58,94 * x^3 + 6,43 * x^4 - 0,25 * x^5$	161994,8	51602	3,139	1,00
6.	Логарифмическая функция (по основанию 10)	$y = 398,10 - 134,32 * \log(x)$	16456,17	51602	0,318	0,10
7.	Логарифмическая функция (по основанию e)	$y = 398,10 - 58,34 * \ln(x)$	16459,31	51602	0,318	0,10
8.	Экспоненциальная функция	$y = 439,67 * \exp(-0,07 * x)$	37571,40	51602	0,728	0,23

Перейдем теперь к анализу зависимостей рис. 2 (здесь рассматриваются три регрессионные модели: логарифмическая по основанию 10 (рис. 2, а), логарифмическая по основанию  $e$  (рис. 2, б) и экспоненциальная (рис. 2, в).

Логарифмические функции (рис. 2, а и б) непригодны для аналитического приближения данных (значения коэффициента детерминации одинаковы и равны 0,318). Хотя аналитический вид функций несложен (для построения моделей требуются всего два параметра  $\theta_0$  и  $\theta_1$ ), погрешность, с которой они описывают большое поголовье животных, чрезмерно велика (составляет 90%). Одновременно точность описания данных крайне низкая – 10%.

Экспоненциальная кривая (рис. 2, в) дает лучший результат (коэффициент детерминации – 0,728, точность приближения – 23%, ошибка – 77%). По сравнению с логарифмическими функциями она решает задачу аппроксимации почти в 2,3 раза надежнее. Несмотря на это, руководствоваться ею на практике не следует.

Таким образом, следует отметить, что регрессионные кривые, рассмотренные в статье, описывают большое поголовье новорожденных телят с различной степенью точности. Наилучшего результата можно достичь при использовании полиномиальной функции пятой степени:

$$y = 450,25 - 304,68 * x + 222,27 * x^2 - 58,94 * x^3 + 6,43 * x^4 - 0,25 * x^5, \quad (1)$$

где  $x$  – порядковый номер года, начиная с 1989 г.

**Заключение.** Аппроксимация статистических данных с помощью (1) может быть осуществлена почти с нулевой ошибкой. Для остальных регрессионных моделей картина складывается неудовлетворительная (точность/ошибка): полиномиальные функции первой степени – (18%/82%), второй – (25%/75%); третьей – (28%/72%); четвертой – (21%/79%); логарифмические функции – (10%/90%); экспоненциальная функция – (23%/77%).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ломако, Ю.В. Эпизоотический мониторинг колибактериоза новорожденных телят в Республике Беларусь / Ю.В. Ломако, Н.Н. Андросик // Ветеринарная медицина Беларуси. – 2002. – № 2. – С. 15–17.
2. Русинович, А.А. Математическая модель-прогноз эпизоотического процесса инфекции ВЛКРС в спонтанных условиях / А.А. Русинович // Весті Академії аграрних наук Республіки Беларусь. – 2001. – № 3. – С. 60–63.

#### REFERENCES

1. Lomako Yu.V., Androsik N.N. *Veterinarnaya meditsina Belarusi* [Veterinary Medicine of Belarus], 2002, 2, pp. 15–17.
2. Rusinovich A.A. *Vesti natsionalnai akademii nauk Respubliki Belarus* [Journal of the National Academy of Sciences of the Republic of Belarus], 2001, 3, pp. 60–63.

Поступила в редакцию 04.04.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: bomini@mail.ru – Борисевич М.Н.

## Пути и принципы развития консортивных связей

П.Ю. Колмаков, Е.В. Антонова

Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машерова»

Микоризные корневые окончания претерпевают устойчивые пути своего динамического развития, связанные с изменениями анатомического строения. Данный вопрос может быть рассмотрен через «функциональное динамическое равновесие», которое во многом зависит как от внешних факторов окружающей среды, так и от физиологических процессов, которые происходят внутри грибного и растительного компонентов. В статье, согласно цели исследования, впервые сформулированы и охарактеризованы принципы динамического и устойчивого путей эволюционного развития консортивных связей в природе.

**Материал и методы.** Материал исследования – микоризные корневые окончания Ели обыкновенной *Picea abies* (L.) Karst. (семейство Pinaceae Lindl.). Методы: сравнительное изучение неокрашенных поперечных срезов микоризных окончаний с использованием замораживающего микротомы Leica CM 1860 и микроскопа с сопутствующим программным обеспечением Leica DM 2500 в научно-исследовательской лаборатории.

**Результаты и их обсуждение.** В основе взаимоотношений составляющих компонентов любой экосистемы лежат динамическое равновесие и его разновидности. Разноуровневые эволюционные ступени функциональных партнеров приводят к многообразию динамических взаимодействий, направленных на достижение взаимовыгодной сбалансированности протекающих филогенетических явлений.

С непрерывным течением всего процесса развития консортивных связей изменяется анатомическая структура микоризы, но неизменным остается стремление всей системы взаимодействующих компонентов к непрекращающемуся во времени и пространстве динамическому равновесию и сохранению жизненно важного рационального баланса между партнерами.

**Заключение.** Логический процесс развития консортивных взаимоотношений грибного и растительного компонентов состоит в сохранении динамического равновесия на всех жизненных этапах развития корневого окончания. На примере микоризы хвойных прослеживаются принципы динамического и устойчивого путей эволюционного развития консортивных связей в природе: постоянства, устойчивости во времени и пространстве, непрерывности процесса, комфортности. Динамизм взаимоотношений консортов способствует эволюционной адаптации взаимодействующих партнеров друг к другу. Благодаря динамическому равновесию достигается и поддерживается единство и целостность гармоничной природной структуры.

**Ключевые слова:** динамическое и устойчивое развитие корневого окончания, пути и принципы, консортивные связи.

## Ways and Principles of Consort Links Development

P.Yu. Kolmakov, E.V. Antonova

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

Mycorrhiza root endings undergo dynamic development in connection with their anatomical structure. This issue can be considered through «functional dynamic balance» which depends to a great extent on both outer environmental factors and physiological processes inside the fungi and plant components. According to the research purpose, for the first time, principles of dynamic and stable ways of evolution development of consort links in nature are formulated and characterized in the article.

**Material and methods.** The research material is *Picea abies* (L.) Karst. (the family of Pinaceae Lindl.) mycorrhiza root endings. The research methods are comparative study of tintless cross sections of mycorrhiza endings applying the freezing microtome Leica CM 1860 and microscope with software Leica DM 2500 at the research laboratory.

**Findings and their discussion.** The basis of the interrelations of the components of any ecosystem is the dynamic balance and its subtypes. Different level evolution steps of functional partners result is the variety of dynamic interactions aimed at reaching mutually beneficial balance of the ongoing phylogenetic phenomena.

With the continuous flow of the whole process of consort links development the anatomic structure of mycorrhiza changes but the direction of the whole system of the interacting components to the non-stop in space and time dynamic balance and preservation of vitally important rational balance between partners remains stable.

**Conclusion.** The logical process of the development of consort interrelations between the fungi and the plant components means preservation of the dynamic balance at all life stages of the development of the root ending. On the example of conifers



*mycorrhiza principles of the dynamic and stable ways of the evolution development of consort links in nature are traced: stability in time and space, continuity of the process, comfort. The dynamism of consort interrelations promotes evolution adaptation of the interacting partners to each other. Due to dynamic balance unity and wholesomeness of the harmonic nature structure is reached and preserved.*

**Key words:** *dynamic and stable development of the root ending, ways and principles, consort links.*

Одной из основных проблем современной экологии является биологическое регулирование, сохранение устойчивости экосистемы, ее равновесия [1]. Яркий пример сложного биологического явления – симбиоз грибов с корнями высших растений. Определенные микосимбиотические структуры образуются в результате взаимного влияния разнородных организмов друг на друга [2]. Основа паразитизма и симбиотрофии – это способ естественного извлечения организмами из окружающей среды материальных условий для своего развития. Возможно, что паразитические и симбиотические взаимодействия особей имеют общее происхождение. Дальнейшее эволюционное развитие таких начальных форм взаимоотношений стало происходить различными путями, обусловленными разными конечными целями, – физиологическая и ценоцитная ассоциация организмов с установлением динамического равновесия. Виды и типы взаимодействий живых организмов эволюционно не трансформируются друг в друга с течением времени, а развиваются параллельно от начальных общих форм. Существование различных видов паразитизма, форм эндомикориз, эктомикоризы и ее производных объясняется параллельной их эволюцией в течение длительного времени [3] и разными путями в достижении функционального динамического равновесия.

Сочетание связанных в жизнедеятельности организмов – консорция [4]. Различные особи взаимодействуют друг с другом с образованием новых филогенетически значимых функциональных связей. В состояние консорции вступают представители из разных таксономических групп высокого ранга. Результат такого взаимодействия – формирование и дальнейшее развитие разнообразных в эволюционном отношении жизненных комплексов.

В ультраструктуре сети Гартига в микоризных ассоциациях наблюдается обилие свободно располагающихся в общей цитоплазме ядер с возможностью парасексуальных процессов, а это уже вариативность дальнейшего развития коэволюции организмов разных таксонов высокого ранга. С течением длительного времени «социальный комплекс организмов» [5] будет становиться все больше и «физиологическим комплексом», ведущим к усовершенствованию проводящей и фотосинтезирующей систем объединенных в одно целое разнородных организмов.

Микоризные корневые окончания претерпевают устойчивые пути своего динамического развития, связанные с изменениями анатомического строения. Данный вопрос может быть рассмотрен через «функциональное динамическое равновесие», которое во многом зависит как от внешних факторов окружающей среды, так и от физиологических процессов, которые происходят внутри грибного и растительного компонентов.

Характерные структурные признаки микоризных окончаний: хорошо выраженный наружный грибной чехол, имеющий разнообразную форму и строение, сеть Гартига. В более старых микоризах или при неблагоприятных для роста условиях присутствует и внутриклеточная инфекция. В несформировавшихся микоризах может не быть либо наружного чехла, либо сети Гартига [2]. В литературных источниках нет конкретных данных о структурно-функциональной зависимости указанных признаков друг от друга.

Цель исследования – отразить пути и принципы динамического и устойчивого развития консортивных связей в природе на примере микоризных корневых окончаний Ели обыкновенной.

**Материал и методы.** Материал исследования – микоризные корневые окончания Ели обыкновенной *Picea abies* (L.) Karst. (семейство *Pinaceae* Lindl.). В подписях под рис. 1–4 приведены номера образцов.

Методика исследований рассмотрена нами в работе по проникновению грибного компонента в корневые окончания *Picea abies* (L.) Karst. [6].

**Результаты и их обсуждение.** Экосфера является гомеостатической системой, находящейся в состоянии динамического равновесия, способной к саморегуляции и обладающей возможностью, в определенных пределах, противостоять изменениям внешней среды [7]. В основе взаимоотношений составляющих компонентов любой экосистемы лежат динамическое равновесие и его разнообразно-

сти. Разноуровневые эволюционные ступени функциональных партнеров приводят к многообразию динамических взаимодействий, направленных на достижение взаимовыгодной сбалансированности протекающих филогенетических явлений.

Микоризный статус высших растений привязан к природным зонам Земли [8]. Особенности распространения разных видов микоризы способствуют их параллельному эволюционному развитию в глобальном масштабе.

Взаимоотношения функциональных партнеров, сравнение их динамического равновесия в различных схемах геоботанического районирования целесообразны только при расширенном понимании самого термина консорции. Предлагается считать одним типом консорции, по мнению Б.А. Быкова [9], совокупность организмов, относящихся к одной экобиоморфе.

Взаимодействия грибного и растительного компонентов изначально могут быть рассмотрены в пределах консорции на организменном уровне как первичной структуры, где можно выделить микобионт и фитобионт.

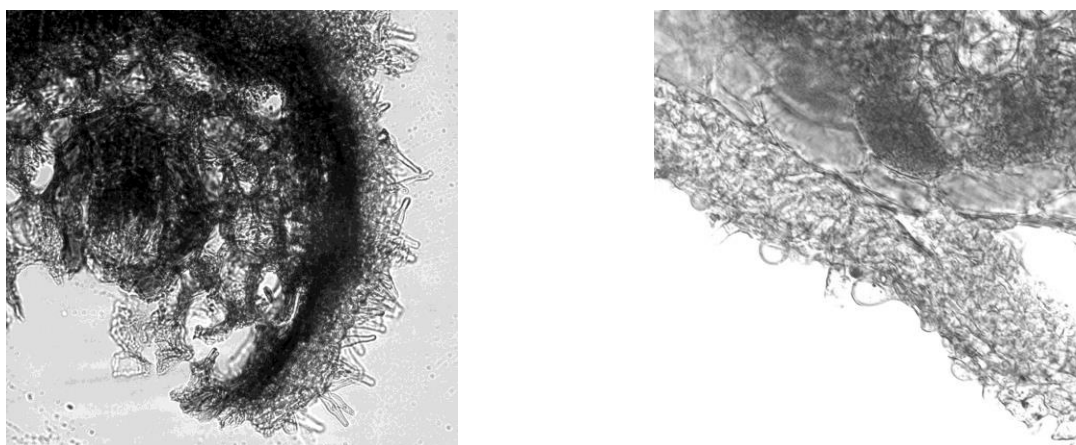
Сложнее исследовать особенности динамического равновесия в ценопопуляционных консорциях. Это должно происходить внутри одного сообщества, поскольку популяции одного и того же вида из разных сообществ образуют разные консорции [10].

Чем выше единица [11] геоботанического районирования, используемая в сравнительных исследованиях, тем отчетливее прослеживается специфика консортивных связей фитобионта с микобионтами. Фитобионт в каждой единице геоботанического районирования будет одним и тем же, а вот набор и сочетание его микобионтов различны. Степень этого различия указывает на эколого-биологические особенности фитобионта в той или иной единице геоботанического районирования.

С непрерывным течением всего процесса развития консортивных связей изменяется анатомическая структура микоризы, но неизменным остается стремление всей системы взаимодействующих компонентов к непрекращающемуся во времени и пространстве динамическому равновесию и сохранению жизненно важного рационального баланса между партнерами.

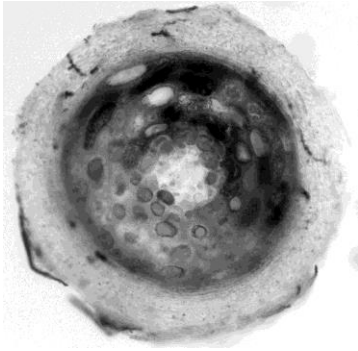
На примере микоризы хвойных прослеживаются принципы динамического и устойчивого путей эволюционного развития консортивных связей в природе: постоянства, устойчивости во времени и пространстве, непрерывности процесса, комфортности.

На рис. 1–4 последовательно показаны пути развития консортивных связей в микоризных корневых окончаниях Ели обыкновенной.



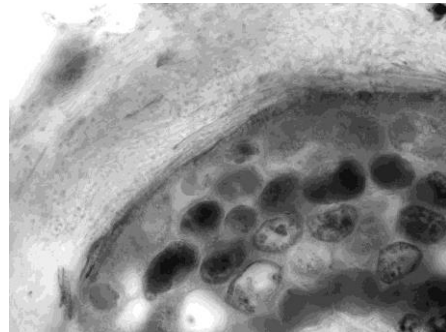
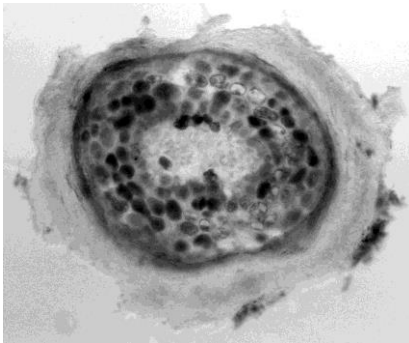
Единичный грибной чехол плектенхиматического сложения [2]. Стерильные элементы гимения плотным слоем обволакивают чехол грибного компонента. Наружный слой эктодермы со сплюснутыми клетками и сильной суберинизацией. № образцов: 01-2014, 11-2016.

**Рис. 1. Первый путь динамического и устойчивого развития корневого окончания**



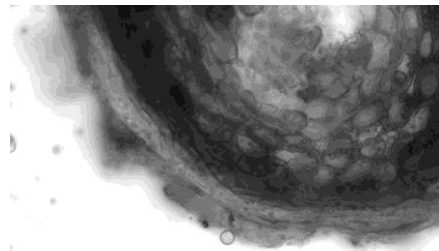
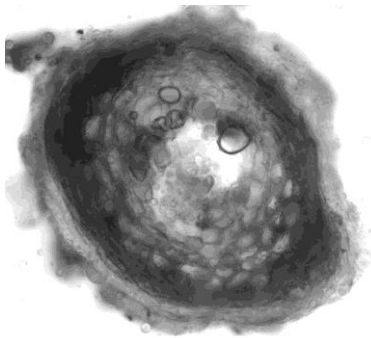
Увеличение размера чехла грибного компонента. Толщина чехла равна половине толщины первичной коры. Грибной чехол одиночный и равномерный. № образца: 18-2016.

**Рис. 2. Второй путь динамического и устойчивого развития корневого окончания**



Все клетки первичной коры переполнены грибным компонентом. Чехол равномерный двойной. № образца: 21-2016.

**Рис. 3. Третий путь динамического и устойчивого развития корневого окончания**



Очень сильная суберинизация всей первичной коры. Угнетение грибного компонента наружного чехла и разобщение внутриклеточных грибных структур (пелотонов и везикул) до определенного уровня. Вся система «дерево-гриб» застыла во времени, достигнув динамического равновесия: устойчивости. № образца: 25-2016.

**Рис. 4. Четвертый путь динамического и устойчивого развития корневого окончания**

На каждом этапе четко прослеживаются достижение динамического равновесия и сохранение жизненно важного рационального баланса между взаимодействующими партнерами. Динамизм взаимоотношений консортов способствует эволюционной адаптации организмов друг к другу. Благодаря динамическому равновесию достигается и поддерживается единство и целостность гармоничной природной структуры.

**Заклучение.** Логический процесс развития консортивных взаимоотношений грибного и растительного компонентов состоит в сохранении динамического равновесия на всех жизненных этапах развития корневого окончания. От момента образования микоризного окончания и до его естественного отмирания сохраняется функциональное динамическое равновесие между всеми структурными компонентами консорции с постепенным изменением баланса в связи «дерево–гриб». На примере микоризы хвойных прослеживаются следующие принципы динамического и устойчивого путей эволюционного развития консортивных связей в природе:

- микориза постоянно образуется и отмирает на протяжении всего времени существования консорции (*принцип устойчивости во времени и пространстве*);
- грибной компонент можно найти во всех структурах корневого окончания: снаружи корня, между клетками, в клетках. Грибной партнер не приходит и не уходит во времени, а постоянно присутствует в корне (*принцип постоянства*);
- непрерывность процесса достижения динамического равновесия на всех этапах онтогенетического развития микоризы (*принцип непрерывности процесса*);
- каждый из взаимодействующих компонентов консорции стремится к максимальному функционально комфортному физиологическому состоянию (*принцип комфортности*). При этом сохраняются единство и целостность организационной структуры каждого из партнеров в пределах консорции и жизненно важный рациональный баланс между ними.

Консортивные связи – эволюционно развивающиеся взаимоотношения организмов в природе. В процессе длительного филогенетического взаимодействия грибной и растительный компоненты становятся ближе друг к другу за счет динамического и устойчивого путей развития консортивных связей во времени и пространстве.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Радкевич, В.А. Экология / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1983. – 320 с.
2. Селиванов, И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза / И.А. Селиванов. – М.: Наука, 1981. – 232 с.
3. Wang, B. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants / B. Wang, Y.-L. Qiu // Mycorrhiza. – 2006. – Vol. 16. – P. 299–363.
4. Гребенщиков, О.С. Геоботанический словарь / О.С. Гребенщиков. – М.: Наука, 1965. – 228 с.
5. Каратыгин, И.В. Козволюция грибов и растений / И.В. Каратыгин. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 118 с.
6. Колмаков, П.Ю. Проникновение грибного компонента в корневые окончания *Picea abies* (L.) Karst. / П.Ю. Колмаков, Е.В. Антонова // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2017. – № 4(97). – С. 40–47.
7. Пальцев, А.И. О питании и здоровье / А.И. Пальцев. – Новосибирск: Сиб. универс. изд-во, 2008. – 196 с.
8. Read, D.J. Mycorrhizal fungi as drivers of ecosystem processes in heathland and boreal forest biomes / D.J. Read, J.R. Leake, J. Perez-Moreno // Can. J. Bot. – 2004. – № 82. – P. 1243–1263.
9. Быков, Б.А. Геоботанический словарь / Б.А. Быков. – Алма-Ата: Наука, 1973. – 216 с.
10. Работнов, Т.А. О консорциях / Т.А. Работнов // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд-е биологии. – 1969. – Т. 74, вып. 4. – С. 109–116.
11. Гельтман, В.С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии / В.С. Гельтман. – Минск: Наука и техника, 1982. – 326 с.

## REFERENCES

1. Radkevich V.A. Ekologiya [Ecology], Minsk, Vysheishaya shkola, 1983, 320 p.
2. Selivanov I.A. Mikosimbiofizizm kak forma konsortivnykh svyazei v rastitel'nom pokrove Sovetskogo Soyuzu [Mycosymbiotrochism as a Form of Consort Links in the Vegetation of the Soviet Union], M., Nauka, 1981, 232 p.
3. Wang, B. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants / B. Wang, Y.-L. Qiu // Mycorrhiza. – 2006. – Vol. 16. – P. 299–363.
4. Grebenshchikov O.S. Geobotanicheski slovar [Geobotanical Dictionary], M., Nauka, 1965, 228 p.
5. Karatygin I.V. Koevolutsiya gribov i rastenii [Coevolution of Fungi and Plants], SpB, Gidrometeoizdat, 1993, 118 p.
6. Kolmakov P.Yu., Antonova E.V. Vesnik VDU [Journal of VSU], 2017, 4(97), pp. 40–47.
7. Paltsev A.I. O pitanii i zdoroviye [About Nourishment and Health], Novosibirsk, Sibirskoye un-tskoye izd-vo, 2008, 196 p.
8. Read, D.J. Mycorrhizal fungi as drivers of ecosystem processes in heathland and boreal forest biomes / D.J. Read, J.R. Leake, J. Perez-Moreno // Can. J. Bot. – 2004. – № 82. – P. 1243–1263.
9. Bykov B.A. Geobotanicheski slovar [Geobotanical Dictionary], Alma-Ata, Nauka, 1973, 216 p.
10. Rabotnov T.A. Bulletin Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody. Otdeleniye biologii [Bulletin of Moscow Society of Nature Explorers. Department of Biology], 1969, 74(4), pp. 109–116.
11. Geltman V.S. Geograficheski i tipologicheski analiz lesnoi rastitelnosti Belorussii [Geographical and Typological Analysis of Forest Vegetation of Belarus], Minsk, Nauka i tekhnika, 1982, 326 p.

Поступила в редакцию 10.10.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: pavel\_kolmakov@list.ru – Колмаков П.Ю.

УДК 591.95(476)

## Фенологические группы инвазивных видов членистоногих-фитофагов – вредителей зеленых насаждений Гродненского Полесья

Е.И. Гляковская, Д.Г. Жоров, С.В. Буга  
Белорусский государственный университет

*Чужеродные виды фитофагов составляют существенную часть комплексов вредителей декоративных древесных растений. Их деятельность ведет к снижению эстетических качеств и устойчивости зеленых насаждений.*

*Цель статьи – разграничение фенологических групп инвазивных членистоногих-фитофагов – вредителей декоративных зеленых насаждений в условиях Гродненского Полесья.*

**Материал и методы.** В основу работы положены материалы выполнявшихся в течение вегетационных сезонов энтомо-фитопатологических обследований декоративных зеленых насаждений на территории Гродненского Полесья. Более подробные исследования проводились в условиях зеленых насаждений городов Гродно, Скиделя, Мосты, Лиды и г.п. Порозово.

**Результаты и их обсуждение.** Проанализированы особенности фенологии развития 38 видов инвазивных членистоногих-фитофагов – вредителей декоративных древесных растений, отмеченных в условиях зеленых насаждений Гродненского Полесья, и выделены с учетом периода их вредоносности 4 фенологические группы.

**Заключение.** Наибольшее число (15) инвазивных видов членистоногих принадлежит к всесезонной, а наименьшее (2) – к весенне-летней фенологическим группам. Летняя и летне-осенняя фенологические группы представлены 10 и 11 видами, соответственно.

**Ключевые слова:** биологические инвазии, декоративные посадки, фенология, членистоногие, фитофаги, вредители.

## Phenological Groups of Invasive Phytophagous Insects-Pests of Green Planting in Grodno Neman Basin Region

K.I. Hliakouskaya, D.G. Zhorov, S.V. Buga  
Belarusian State University

*Alien phytophagous species are a considerable part of pest complexes of ornamental woody plants. Their activity results in the reduction of aesthetic qualities and stability of green planting.*

*The purpose of the article is the distinction of phenological groups of invasive phytophagous insects, ornamental green planting pests, in Grodno Neman Basin region.*

**Material and methods.** The basis of the research is materials of entomological and phytopathological studies of ornamental woody plants in Grodno Neman Basin which were carried out during vegetation seasons. More thorough studies were conducted in green planting of the cities of Grodno, Skidel, Mosty, Lida and the settlement of Porozovo.

**Findings and their discussion.** Grodno Neman Basin, and 4 phenological groups are identified considering the period of their harmfulness.

**Conclusion.** The biggest number (15) of phytophagous insect invasive species belongs to the all-season, and the smallest number – to the spring-summer phenological groups. The summer and the summer-autumn phenological groups are represented by 10 and 11 species correspondingly. Phenology development features of 38 species of invasive phytophagous insects-pests of ornamental woody plants found in the green planting of Grodno Neman Basin are analyzed.

**Key words:** biological invasions, ornamental planting, phenology, insects, phytophag, pests.

В настоящее время зеленые насаждения являются неотъемлемым компонентом архитектурно-планировочной структуры населенных пунктов городского типа, включая агрогородки, развитию которых уделяется большое внимание в Республике Беларусь. Велико также санитарно-гигиеническое и эстетическое значение зеленых насаждений [1], и в этом аспекте негативное влияние на их функционирование оказывают повреждения фитофагами. В частности, питание многих сосущих насекомых сопровождается массовой продукцией медвяной росы, а на пленке падевых выделений легко накапливаются пылевые частицы и активно развиваются сажистые грибы и дрожжи. Тераформирующие беспозвоночные вредоносны вследствие повреждений, нарушающих «природную эстетику» декоративных растений, а листогрызущие наносят визуально хорошо заметные повреждения либо вызывают досрочную дефолиацию крон декоративных деревьев и кустарников.

Практически значимым оказывается вопрос о возможности предотвращения последствий повреждений либо иных последствий деятельности фитофагов в течение текущего вегетационного сезона. Так, падевые выделения могут быть смыты вместе с пылевыми частицами ливнями либо затяжными дождями, а утраченные листовые пластинки заменены отрастающими новыми. Напротив, последствия повреждений минерами либо тераформирующими фитофагами, как правило, необратимы, и потери вследствие этого декоративности не могут быть преодолены в течение текущего вегетационного сезона. В подобном плане особое значение приобретают временные интервалы, когда наносятся такого рода повреждения, необратимо ухудшающие эстетические свойства растений, – в начале либо конце вегетационного сезона. Поэтому параметр «период нанесения вреда» фигурирует в расчетах соответствующих показателей количественной оценки уровней вредоносности фитофагов в декоративных зеленых насаждениях [2; 3].

В соответствии со сложившейся практикой принято выделять весеннюю, весенне-летнюю, летнюю, летне-осеннюю, осеннюю и всесезонную (полисезонную) группы фитофагов – вредителей декоративных растений. При этом такое деление зачастую оказывается слишком дробным, и имеется позитивный опыт [4] выделения лишь пяти – весенней, весенне-летней, летней, летне-осенней и всесезонной (полисезонной) – групп фитофагов-вредителей. Подобный подход мы использовали в настоящей работе, основной задачей которой является разграничение фенологических групп инвазивных членистоногих-фитофагов – вредителей декоративных зеленых насаждений в условиях Гродненского Понеманья.

Цель статьи – разграничение фенологических групп инвазивных членистоногих-фитофагов – вредителей декоративных зеленых насаждений в условиях Гродненского Понеманья.

**Материал и методы.** В основу работы положены материалы выполнявшихся в течение вегетационных сезонов 2016–2017 гг. энтомо-фитопатологических обследований декоративных зеленых насаждений на территории Гродненского Понеманья с учетом многочисленных данных, накопленных на кафедре зоологии БГУ за период разработки проблематики фитофагов – вредителей декоративных растений. Более подробные исследования проводились в условиях зеленых насаждений городов Гродно, Скиделя, Мосты, Лиды и г.п. Порозово.

Сбор коллекционного энтомологического и гербарного материала осуществляли в ходе визуального осмотра декоративных древесных растений на предмет наличия фитофагов-вредителей или вызванных ими повреждений. Фрагменты растений с фитофагами и повреждениями коллектировали для последующей идентификации в лабораторных условиях. Гербаризацию повреждений частей растений осуществляли по соответствующим методикам [5]. Таксономическую принадлежность насекомых и клещей устанавливали с использованием специализированных атласов-определителей и справочных пособий [6–9], а также тематических интернет-порталов [10–12].

**Результаты и их обсуждение.** По результатам анализа совокупности имеющихся фенологических данных для 38 инвазивных видов членистоногих-фитофагов, отмеченных в условиях Гродненского Понеманья, представляется возможным разнести их по четырем фенологическим группам, что представлено в табл.

Таблица

**Распределение по фенологическим группам инвазивных видов членистоногих-фитофагов –  
вредителей декоративных зеленых насаждений в условиях Гродненского Понеманья**

Надсемейства	Фенологическая группа			
	Весенне-летняя	Летняя	Летне-осенняя	Всесезонная
Eriophyoidea	–	–	<i>Aceria cephalonea</i> (Nalepa, 1922), <i>Aceria erinea</i> (Nalepa, 1891), <i>Aceria pseudoplatani</i> (Corti, 1905)	<i>Aculus hippocastani</i> (Fockeu, 1890), <i>Eriophyes exilis</i> (Nalepa, 1892), <i>Vasates quadripedes</i> Shimer, 1869
Coccoidea	–	–	<i>Parthenolecanium fletcheri</i> (Cockerell, 1893)	–
Psylloidea	–	–	–	<i>Psylla buxi</i> Linnaeus, 1758
Thripidoidea	–	<i>Dendrothrips ornatus</i> (Jablonowski, 1894)	–	–
Phylloxeroidea	–	–	–	<i>Adelges laricis</i> Vallot, 1836, <i>Adelges</i> ( <i>Cholodkovskya</i> ) <i>viridana</i> (Cholodkovsky, 1896)
Aphidoidea	<i>Aphis spiraeicola</i> Patch, 1914	<i>Acyrtosiphon caraganae</i> (Cholodkovsky, 1907), <i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854, <i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877(1854), <i>Appendiseta robiniae</i> (Gillette, 1907), <i>Chromaphis juglandicola</i> Kaltenbach, 1843, <i>Myzocallis walshii</i> Monell, 1879, <i>Panaphis juglandis</i> (Goeze, 1778), <i>Therioaphis tenera</i> Aizenberg, 1956, <i>Tinocallis saltans</i> (Nevsky, 1929)	<i>Capitophorus elaeagni</i> del Guercio, 1894, <i>Capitophorus hippophaes</i> Walker, 1858, <i>Pemphigus spyrothecae</i> Passerini, 1856	<i>Brachycaudus divaricatae</i> Shaposhnikov, 1956, <i>Brachycaudus spiraeae</i> Börner, 1932, <i>Cryptomyzus ribis</i> Linnaeus, 1758, <i>Drepanosiphum platanoidis</i> Schrank, 1801, <i>Hyadaphis tataricae</i> Aizenberg, 1935, <i>Myzus cerasi</i> Fabricius, 1775, <i>Myzus ligustri</i> (Mosley, 1841), <i>Myzus pruniavium</i> Börner, 1926
Sciaroidea	–	–	<i>Obolodiplosis robiniae</i> (Haldeman, 1847)	–
Gracillarioidea	–	–	<i>Phyllonorycter issikii</i> (Kumata, 1963), <i>Macrosaccus robiniella</i> (Clemens, 1859)	<i>Cameraria ohridella</i> (Deschka & Dimic, 1986)
Tenthredoidea	<i>Hinatara recta</i> (Thomson, 1871)	–	<i>Nematus tibialis</i> Newman, 1837	–

К весенне-летней фенологической группе принадлежат виды, наносящие сказывающиеся на эстетических качествах повреждения декоративным растениям с третьей декады апреля по последнюю декаду мая – первую декаду июня. Среди инвазивных членистоногих Гродненского Понеманья к данной фенологической группе принадлежит 2 вида – зеленая цитрусовая тля (*A. spiraecola*; Aphididae) и кленовый минирующий пилильщик (*H. recta*; Tenthredinidae). К летней группе, представители которой ощутимо вредят с июня по август, относится 10 видов-инвайдеров – единственный представитель Thripidoidea – *Dendrothrips ornatus*, а также 9 видов Aphidoidea – *Acyrtosiphon caraganae*, *Aphis craccivora*, *Aphis gossypii*, *Appendiseta robiniae*, *Chromaphis juglandicola*, *Myzocallis walshii*, *Panaphis juglandis*, *Therioaphis tenera* и *Tinocallis saltans*. К летне-осенней фенологической группе среди адвентивных членистоногих – вредителей зеленых насаждений в условиях Гродненского Понеманья принадлежит 11 видов, в числе которых 3 вида эриофиоидных клещей (Eriophyidae) рода *Aceria* Keifer; 1 вид ложнощитовок рода *Parthenolecanium* Su1ĉ из семейства Coccidae; 2 вида настоящих тлей рода *Capitophorus* van der Goot и 1 вид галлообразующих тлей – *Pemphigus spyrothecae*; 1 вид галлиц – *Obolodiplosis robiniae*; 2 вида минирующих молей семейства Gracillariidae – *Phyllonorycter issikii* и *Macrosaccus robinella* и 1 вид пилильщиков – *Nematus tibialis*.

Особую группу составляют виды-инвайдеры, которые активно повреждают листовые пластинки, побеги и стебли древесных и кустарниковых растений в течение всего вегетационного сезона, либо обусловленная их повреждениями утрата декоративности непреодолима на протяжении текущего вегетационного сезона. К данной всесезонной фенологической группе принадлежит большинство – 15 чужеродных видов членистоногих-фитофагов из зарегистрированных в условиях декоративных зеленых насаждений Гродненского Понеманья. Эти фитофаги характеризуются тем, что за вегетационный сезон они дают 2 и более генерации или период их развития очень растянут. К всесезонной группе принадлежит 3 вида клещей из родов *Aculus*, *Eriophyes* von Siebold и *Vasates* Shimer; 1 вид листоблошек, или псиллид (Psyllidae); 2 вида Adelgidae – *Adelges laricis* и *Adelges (Cholodkovskya) viridana*; 8 видов настоящих тлей (Aphididae) и 1 вид минирующих молей (Gracillariidae) – *Cameraria ohridella*.

Таким образом, среди инвазивных видов членистоногих-фитофагов, зарегистрированных в условиях зеленых насаждений Гродненского Понеманья, преобладают (40% от общего их числа) представители всесезонной фенологической группы (рис.).

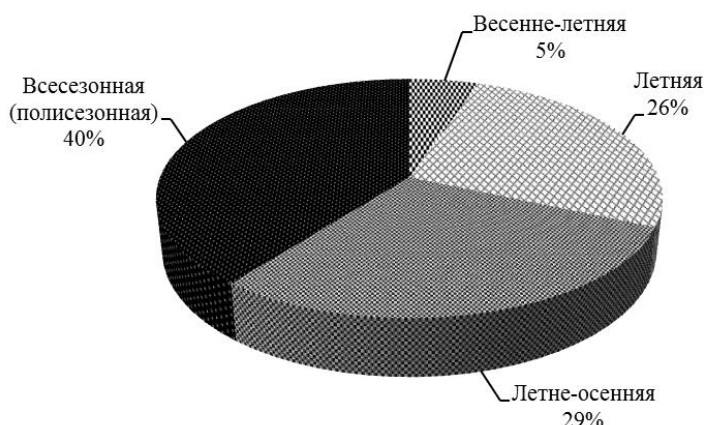


Рис. Долевое распределение по фенологическим группам инвазивных видов членистоногих-фитофагов декоративных зеленых насаждений в условиях Гродненского Понеманья.

Наименьшим числом видов рассматриваемого комплекса представлены фитофаги весенне-летней фенологической группы (5%), что связано с особенностями их биологических циклов. Летняя и летне-осенняя группы характеризовались примерно одинаковым количеством видов – 26 и 29% от общего их числа, соответственно.

**Заключение.** На основании выполненных исследований и полученных результатов проанализированы особенности фенологии развития 38 видов инвазивных членистоногих-фитофагов – вредителей



декоративных древесных растений, отмеченных в условиях зеленых насаждений Гродненского Понеманья, и выделены с учетом периода их вредоносности 4 фенологические группы.

Наиболее массовой по числу представителей оказалась всесезонная фенологическая группа (15 видов, 40%), а меньше всего видов (2) в весенне-летней фенологической группе – 5% от общего числа видов-инвайдера. Летняя и летне-осенняя фенологические группы представлены 10 и 11 видами, соответственно.

Значительная доля в составе комплекса инвазивных видов фитофагов декоративных древесных растений, повреждающих растения либо чьи повреждения приводят к снижению декоративности с начала и в течение всего вегетационного сезона, указывает на постоянный характер проблемы вредной деятельности чужеродных для фауны Беларуси видов фитофагов в зеленых насаждениях в условиях Гродненского Понеманья. Последовательное «вхождение» в число повреждающих декоративные деревья и кустарники видов летне-осенней и затем осенней фенологических групп ведет к поступательному росту уровня вредоносности комплекса инвазивных вредителей к концу вегетационного сезона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чаховский, А.А. Декоративная дендрология Белоруссии / А.А. Чаховский, Н.В. Шкутко. – Минск: Ураджай, 1979. – 213 с.
2. Сауткин, Ф.В. Опыт оценки уровня вредоносности минеро-филлобионтов – вредителей декоративных кустарников в зеленых насаждениях Беларуси / Ф.В. Сауткин, С.И. Евдошенко, С.В. Буга // Защита растений: сб. науч. тр. – 2012. – № 36. – С. 198–210.
3. Петров, Д.Л. Комплексная оценка уровня вредоносности тератформирующих тлей в декоративных древесных насаждениях / Д.Л. Петров, С.В. Буга // Защита растений: сб. науч. тр. – 2008. – Вып. 32. – С. 305–315.
4. Евдошенко, С.И. Дендрофильные минеры-филлобионты – вредители зеленых насаждений Брестского Полесья: весенняя и весенне-летняя фенологическая группы / С.И. Евдошенко // Вестник БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2013. – № 2. – С. 29–33.
5. Гербарное дело: справочное руководство / под ред. Д.В. Гельмана. – Кью: Королевский ботанический сад, 1995. – 356 с.
6. Гусев, В.И. Определитель повреждений лесных и декоративных деревьев и кустарников Европейской части СССР / В.И. Гусев, М.Н. Римский-Корсаков. – М.: Гослесбумиздат, 1951. – 580 с.
7. Гусев, В.И. Определитель повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников / В.И. Гусев. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 472 с.
8. Гусев, В.И. Определитель повреждений деревьев и кустарников, применяемых в зеленом строительстве / В.И. Гусев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 207 с.
9. Гусев, В.И. Определитель повреждений плодовых деревьев и кустарников, применяемых в зеленом строительстве / В.И. Гусев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 239 с.
10. Leafminers and plant galls of Europe [Electronic resource]. – 2013. – Mode of access: <http://www.bladmineerders.nl>. – Data of access: 03.05.2018.
11. British Leafminers [Electronic resource]. – 2015. – Mode of access: <http://www.leafmines.co.uk>. – Data of access: 03.05.2018.
12. Aphids on the World's Plants: An online identification and information guide [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: <http://www.aphidsonworldsplants.info>. – Data of access: 03.05.2018.

#### REFERENCES

1. Chakhovski A.A., Shkutko N.V. *Dekorativnaya dendrologiya Belorussii* [Ornamental Dendrology of Belarus], Minsk, Uradzhai, 1979, 213 p.
2. Sautkin F.V., Yevdoshenko S.I., Buga S.V. *Zashchita rastenii: sbornik nauchnykh trudov* [Protection of Plants: Collection of Research Works], 2012, 36, pp. 198–210.
3. Petrov D.L., Buga S.V. *Zashchita rastenii: sbornik nauchnykh trudov* [Protection of Plants: Collection of Research Works], 2008, 32, pp. 305–315.
4. Yevdoshenko S.I. *Vestnik BGU. Seriya 2. Khimiya. Biologiya. Geografiya* [Journal of Belarusian State University. Series 2. Chemistry. Biology. Geography.], 2013, 2, pp. 29–33.
5. Geltman D.V. *Gerbarnoye delo. Spravochnoye rukovodstvo* [Herbarium Business. Directory], Q: Royal Botanical Gardens, 1995, 356 p.
6. Gusev V.I., Rimski-Korsakov M.N. *Opredelitel povrezhdenii lesnykh i dekorativnykh derevyev i kustarnikov Yevropeiskoi chasti SSSR* [Directory of Damages of Forest and Ornamental Trees and Bushes of the European Part of the USSR], M., Goslesbumizdat, 1951, 580 p.
7. Gusev V.I. *Opredelitel povrezhdenii lesnykh, dekorativnykh i plodovykh derevyev i kustarnikov* [Directory of Damages of Forest, Ornamental and Fruit Trees and Bushes], M., Lesnaya promyshlennost, 1984, 472 p.
8. Gusev V.I. *Opredelitel povrezhdenii derevyev i kustarnikov, primeniyemuykh v zelenom stroitelstve* [Directory of Damages of Trees and Bushes which are Used in Green Planting Design], M., Agropromizdat, 1989, 207 p.
9. Gusev V.I. *Opredelitel povrezhdenii plodovykh derevyev i kustarnikov, primeniyemuykh v zelenom stroitelstve* [Directory of Damages of Fruit Trees and Bushes which are Used in Green Planting Design], M., Agropromizdat, 1990, 239 p.
10. Leafminers and plant galls of Europe [Electronic resource]. – 2013. – Mode of access: <http://www.bladmineerders.nl>. – Data of access: 03.05.2018.
11. British Leafminers [Electronic resource]. – 2015. – Mode of access: <http://www.leafmines.co.uk>. – Data of access: 03.05.2018.
12. Aphids on the World's Plants: An online identification and information guide [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: <http://www.aphidsonworldsplants.info>. – Data of access: 03.05.2018.

Поступила в редакцию 20.06.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: [ekaterina.g91@mail.ru](mailto:ekaterina.g91@mail.ru) – Гляковская Е.И.

## Содержание радиоактивных веществ в грибах и растениях

В.А. Ключев

Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машерова»

Лесные ягоды и грибы в отличие от таких продуктов, как хлеб, молоко и мясо, лишены строгого контроля по содержанию радионуклидов. Овощные культуры занимают около 40% во всем рационе питания белорусов. Овощи являются важным звеном пищевой цепи при поступлении радиоактивных веществ в организм человека.

Цель исследования – оценка содержания радионуклидов в грибах и растениях Витебского района.

**Материал и методы.** Для оценки концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в грибах, дикорастущих ягодах и овощных культурах применялись методы спектрометрии. Измерение содержания уровня цезия-137 в грибной и растительной продукции проводилось на приборе Атомтех гамма-радиометр РКГ – АТ 1320 А. Единицей измерения данного радионуклида является Беккерель на килограмм (Бк/кг).

Республиканские допустимые уровни (РДУ-99) концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в грибах составляют 370 Бк/кг. Данные уровни содержания цезия в дикорастущих ягодах и овощных культурах 185 и 100 Бк/кг соответственно.

**Результаты и их обсуждение.** Уровень концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в грибах варьирует от 58,0 до 71,4 Бк/кг. Повышенное содержание цезия-137 характерно для таких грибов, как масленок и груздь.

Концентрация данного радионуклида в лесных ягодах колеблется от 54,3 до 63,3 Бк/кг. К ягодам с повышенным содержанием цезия-137 относятся клюква и черника.

Уровень концентрации обозначенного радионуклида в овощных культурах варьирует от 1,12 до 6,50 Бк/кг. К овощам с повышенным содержанием  $^{137}\text{Cs}$  относятся свекла, редис, капуста, морковь, картофель.

**Заключение.** Уровни содержания цезия-137 в грибах, лесных ягодах и овощах Витебского района соответствуют РДУ-99. Это связано с тем, что после Чернобыльской катастрофы территория Витебской области оказалась менее загрязненной цезием-137 в отличие от других областей Беларуси.

**Ключевые слова:** цезий-137, грибы, ягоды, овощи.

## Content of Radioactive Substances in Mushrooms and Plants

V.A. Klyuev

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

Forest berries and mushrooms unlike products such as bread, milk and meat are deprived of strict control over the content of radionuclides. Vegetable take about 40% of the total diet of Belarusians. Vegetables are an important link in the food chain when radioactive substances enter the human body.

The purpose of the research is to assess the content of radionuclides in mushrooms and plants of Vitebsk Region.

**Material and methods.** Spectrometry methods were used to estimate  $^{137}\text{Cs}$  concentration in mushrooms, wild berries and vegetables. Measurement of the content of caesium-137 level in mushroom and plant products was carried out on the device Atomtech gamma-radiometer RKG-at 1320 A. The unit of measurement of this radionuclide is Becquerel per kilogram (Bq/kg).

The republican admissible levels (RAL-99) of  $^{137}\text{Cs}$  concentration in mushrooms are 370 Bq/kg. This level of cesium in wild berries and vegetables are 185 and 100 Bq/kg, respectively.

**Findings and their discussion.** The concentration level of  $^{137}\text{Cs}$  in mushrooms varies from 58,0 to 71,4 Bq/kg. The high content of caesium-137 is typical of such mushrooms as *suillus* and *Lactarius*.

The concentration of this radionuclide in forest berries ranges from 54,3 to 63,3 Bq/kg. The berries with a high content of cesium-137 include cranberries and bilberries.

The concentration level of this radionuclide in vegetable crops varies from 1,12 to 6,50 Bq/kg. The vegetables with a high content of  $^{137}\text{Cs}$  include beets, radishes, cabbage, carrots, potatoes.

**Conclusion.** Levels of cesium-137 in mushrooms, berries and vegetables of Vitebsk Region correspond to RAL-99. This is due to the fact that after the Chernobyl disaster Vitebsk Region was less polluted with cesium-137 in contrast to other Regions of Belarus.

**Key words:** cesium-137, mushrooms, berries, vegetables.

После катастрофы на Чернобыльской атомной электростанции зона радиоактивного загрязнения в Республике Беларусь охватила 26% лесного фонда. Основной вклад в радиоактивное загрязнение территории страны внес радиоактивный элемент цезий-137. В меньшей степени Республика Беларусь была загрязнена таким радионуклидом, как стронций-90 [1; 2]. Кроме того, на ее территории функционирует более 30 объектов, использующих в хозяйственной деятельности различные радиоактивные вещества. К данным объектам относятся предприятия фармацевтической промышленности, центры стандартизации и метрологии, водогрязелечебницы и т.д. [3; 4].

Прежде чем попасть в организм человека, радионуклиды проходят по сложным пищевым цепочкам в окружающей среде. В общем цикле круговорота радиоактивных веществ в окружающей среде важным является звено почва–растения. Оседая на почву под воздействием ряда факторов (осадки, гравитация, турбулентность), радионуклиды мигрируют в ней.

Важным свойством почвы является емкость поглощения радиоизотопов. Высокой поглотительной способностью обладают черноземы и глинистые почвы. Сорбционная способность данных почв обусловлена наличием гумуса. Дерново-подзолистые и песчаные почвы обладают значительно меньшей поглотительной способностью [5].

Из почвы радионуклиды транспортируются в растения через корневую систему. Как правило, радиоизотопы поступают в корневую систему растений аналогично стабильным изотопам тех же элементов. Радиоактивные вещества из песчаных легких почв поступают в растения значительно легче, чем из тяжелых глинистых почв. Поступление из почвы в растение характерно лишь для тех радиоактивных веществ, которые растворяются в воде. К таким веществам относят, прежде всего, цезий-137.

Различные растения поглощают радиоактивные вещества по-разному. Большое значение имеет уровень содержания цезия-137 и стронция-90 в грибах, ягодах и овощных культурах.

В зависимости от накопления цезия-137 грибы делят на 4 группы:

- слабонакапливающие (строчок, опенок осенний);
- средненакапливающие (подберезовик, лисичка, шампиньон);
- сильнакапливающие (рыжик, груздь черный, сыроежки);
- аккумуляторы (масленок, моховик) [6].

Уровень содержания  $^{137}\text{Cs}$  в ягодах несколько меньше, чем в грибах. По содержанию цезия-137 лесные ягоды располагаются в убывающем порядке: клюква – черника – голубика – малина – земляника. Уровень содержания радиоактивных веществ в ягодах определяется глубиной расположения корневой системы данных растений. Это характерно и для грибов. Наибольшее содержание  $^{137}\text{Cs}$  отмечается в тех ягодах, корневая система которых расположена в верхнем слое почвы. Это связано с тем, что радионуклиды оседают в верхних слоях почвы и их миграция в глубь почвы происходит крайне медленно.

Установлено, что в овощах накапливается цезия значительно меньше, чем в ягодах и грибах. По накоплению вышеуказанного радиоактивного вещества овощные культуры в порядке убывания располагаются следующим образом: сладкий перец, капуста, картофель, свекла, редис, морковь, огурцы, помидоры [7].

Важным показателем воздействия радиоактивных веществ на организм человека является период полураспада ( $T_{1/2}$ ). Период полураспада стронция-90 составляет 29 лет.  $T_{1/2}^{137}\text{Cs}$  – 30 лет. Полный распад вышеуказанных радиоактивных веществ около 300 лет [8; 9].

Результатом воздействия радиоактивных излучений на организм человека являются различные онкологические и генетические заболевания. Выделяют онкологию кожи, костей, половых желез, крови и т.п. Генетические заболевания обусловлены возникновением различных видов мутаций. Выделяют мутации генные, хромосомные и геномные. Последний вид мутаций характеризуется изменением количества хромосом [10].

Продукты ежедневного потребления, такие как хлеб, молоко, мясо, проходят строгий контроль по содержанию радионуклидов. В то же время лесные грибы и ягоды вышеуказанного контроля в большинстве случаев лишены. Около 40% во всем рационе питания белорусов занимают овощи. Овощные культуры накапливают радиоактивные вещества и являются важным звеном в пищевой цепи поступления данных веществ в организм человека.

Цель исследования – оценка содержания цезия-137 и стронция-90 в грибах и растениях Витебского района.

**Материал и методы.** Материалом исследования явились грибы, дикорастущие ягоды, овощные культуры и картофель, произрастающие на территории Витебского района. Для определения содержания  $^{137}\text{Cs}$  были отобраны такие грибы, как масленок, груздь, лисичка, подберезовик, подосиновик, опенок и шампиньон.

Уровень содержания вышеуказанного радионуклида устанавливали в следующих ягодах: клюква, черника, голубика, малина, земляника.

При выявлении цезия-137 и стронция-90 были отобраны овощные культуры: свекла, редис, капуста, морковь, перец сладкий, огурец, помидор и кабачок.

Для оценки концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в грибах и растениях применялись методы спектрометрии. Измерение содержания уровня цезия-137 и стронция-90 в овощных культурах, ягодах, грибах и картофеле проводилось на приборе Атомтех гамма-радиометр РКГ – АТ 1320 А. Единицей измерения вышеуказанных радионуклидов является Беккерель на килограмм (Бк/кг), то есть один распад ядра радиоактивного вещества в секунду на единицу массы исследуемого продукта.

Исследования на содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в грибах и растениях Витебского района были проведены в 2012–2013 гг.

Математическая обработка полученных результатов осуществлялась с использованием пакета статистических программ Microsoft Excel 2003.

При анализе содержания радионуклидов в грибной и растительной продукции использовались Республиканские допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99). Данные уровни утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 26 апреля 1999 г. № 16. Республиканские допустимые уровни концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в грибах – 370 Бк/кг. В картофеле вышеобозначенные уровни составляют 80 Бк/кг. Республиканские допустимые уровни содержания цезия в дикорастущих ягодах и овощных культурах 185 и 100 Бк/кг соответственно (табл. 1).

Таблица 1

**Республиканские допустимые уровни содержания цезия-137 в грибах и растениях**

Наименование продукта	РДУ содержания $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг
Грибы	370
Дикорастущие ягоды	185
Овощи	100
Картофель	80

РДУ концентрации стронция-90 в картофеле и овощных культурах составляют 3,7 Бк/кг.

**Результаты и их обсуждение.** На территории Витебского района содержание  $^{137}\text{Cs}$  в грибах не превышает республиканские допустимые уровни. Наряду с этим показатель концентрации данного радионуклида в грибах варьирует от 58,0 до 71,4 Бк/кг. Повышенный уровень содержания цезия-137 характерен для грибов-аккумуляторов (маслята) и грибов сильнонакапливающей группы (грузди). Вышеуказанный уровень составляет 71,4 Бк/кг и 64,9 Бк/кг соответственно. Пониженное содержание  $^{137}\text{Cs}$  выявлено в грибах слабо- и средне-накапливающей групп. К вышеуказанным грибам относятся: лисичка – 64,1 Бк/кг, подберезовик – 61,0 Бк/кг, подосиновик – 60,4 Бк/кг, опенок – 59,5 Бк/кг, шампиньон – 58,0 Бк/кг (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание цезия-137 в грибах на 2012 год**

Название гриба	Уровень содержания $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг
Масленок	71,4
Груздь	64,9
Лисичка	64,1
Подберезовик	61,0
Подосиновик	60,4
Опенок	59,5
Шампиньон	58,0

В дикорастущих ягодах Витебского района показатели содержания  $^{137}\text{Cs}$  соответствуют республиканским допустимым уровням. Концентрация вышеобозначенного радионуклида в лесных ягодах колеблется от 54,3 до 63,3 Бк/кг. Повышенное содержание цезия-137 наблюдается в таких ягодах, как клюква и черника (63,3 Бк/кг и 62,5 Бк/кг соответственно). К дикорастущим ягодам, содержащим небольшое количество данного вещества, относятся: голубика – 58,1 Бк/кг, малина – 55,6 Бк/кг и земляника – 54,3 Бк/кг (табл. 3).

Таблица 3

Содержание цезия-137 в дикорастущих ягодах на 2012 год

Название ягоды	Уровень содержания $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг
Клюква	63,3
Черника	62,5
Голубика	58,1
Малина	55,6
Земляника	54,3

На территории Витебского района показатели содержания  $^{137}\text{Cs}$  в овощных культурах не превышают республиканские допустимые уровни. Несмотря на это, концентрация данного радионуклида в овощных культурах варьирует от 1,12 до 6,50 Бк/кг. К овощам с повышенным уровнем содержания цезия-137 относятся: свекла – 6,50(±3,88) Бк/кг, редис – 6,49(±3,88) Бк/кг, капуста – 6,20(±3,23) Бк/кг, морковь – 5,42(±3,14) Бк/кг. Пониженное содержание вышеуказанного вещества отмечается в следующих овощных культурах: перец сладкий – 1,35(±2,43) Бк/кг, огурец – 1,15(±2,15) Бк/кг, помидор – 1,14(±2,14) Бк/кг, кабачок – 1,12(±2,12) Бк/кг (табл. 4).

Таблица 4

Содержание цезия-137 в овощных культурах Витебского района на 2013 год

Овощная культура	Уровень содержания $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг
Свекла	6,50±3,88
Редис	6,49±3,88
Капуста	6,20±3,23
Морковь	5,42±3,14
Перец сладкий	1,35±2,43
Огурец	1,15±2,15
Помидор	1,14±2,14
Кабачок	1,12±2,12

В картофеле наблюдается повышенный уровень концентрации цезия-137. Данный уровень – 5,39(±3,12) Бк/кг.

Показатель содержания  $^{137}\text{Cs}$  в грибах и растениях колеблется в значительных пределах и составляет 3,67–62,8 Бк/кг. Повышенный уровень концентрации вышеобозначенного радиоактивного вещества наблюдается в грибах и дикорастущих ягодах. Данный уровень составляет 62,8 Бк/кг и 58,8 Бк/кг соответственно. Пониженное содержание цезия-137 отмечается в картофеле – 5,39 Бк/кг и овощных культурах – 3,67 Бк/кг (табл. 5).

Таблица 5

Концентрация цезия-137 в грибах и растениях

Наименование продукта	Показатель концентрации $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг
Грибы	62,8
Дикорастущие ягоды	58,8
Картофель	5,39
Овощи	3,67

В овощных культурах Витебского района содержание стронция-90 соответствует республиканским допустимым уровням. Концентрация вышеуказанного радиоактивного вещества в овощах колеблется от 0,11 до 0,44 Бк/кг. Повышенный уровень содержания  $^{90}\text{Sr}$  выявлен в таких овощных культурах, как свекла и редис. Данный уровень составляет  $0,44(\pm 0,07)$  Бк/кг и  $0,42(\pm 0,07)$  Бк/кг соответственно. Пониженное содержание стронция-90 отмечается в следующих овощах: капуста –  $0,33(\pm 0,06)$  Бк/кг, морковь –  $0,29(\pm 0,04)$  Бк/кг, перец сладкий –  $0,16(\pm 0,02)$  Бк/кг, огурец –  $0,11(\pm 0,01)$  Бк/кг, помидор –  $0,11(\pm 0,01)$  Бк/кг, кабачок –  $0,09(\pm 0,01)$  Бк/кг (табл. 6).

Таблица 6

**Содержание стронция-90 в овощных культурах Витебского района**

Овощная культура	Уровень содержания $^{90}\text{Sr}$ , Бк/кг
Свекла	$0,44\pm 0,07$
Редис	$0,42\pm 0,07$
Капуста	$0,33\pm 0,06$
Морковь	$0,29\pm 0,04$
Перец сладкий	$0,16\pm 0,02$
Огурец	$0,11\pm 0,01$
Помидор	$0,11\pm 0,01$
Кабачок	$0,09\pm 0,01$

Повышенная концентрация  $^{90}\text{Sr}$  наблюдается в картофеле – 0,28 Бк/кг. Пониженный уровень содержания данного радиоактивного вещества выявлен в овощах – 0,24 Бк/кг.

**Заключение.** Таким образом, показатели содержания цезия-137 и стронция-90 в грибах, ягодах, овощных культурах и картофеле Витебского района соответствуют республиканским допустимым уровням. Это связано с тем, что после Чернобыльской катастрофы территория Витебской области оказалась менее загрязненной вышеобозначенными радионуклидами в отличие от других областей Беларуси. Кроме того, активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  снижается с течением времени в связи с распадом ядер атомов данных веществ.

Уровень концентрации цезия-137 в грибах колеблется от 58,0 до 71,4 Бк/кг. Показатель содержания данного радионуклида в ягодах составляет 54,3–63,3 Бк/кг. Уровень концентрации цезия-137 в овощных культурах варьирует от 58,0 до 71,4 Бк/кг. Содержание вышеуказанного радиоактивного вещества в картофеле составляет 5,39 Бк/кг. Показатель содержания стронция-90 в овощных культурах колеблется от 0,11 до 0,44 Бк/кг. Уровень концентрации данного радиоактивного вещества в картофеле составляет 0,28 Бк/кг.

Повышенный уровень содержания цезия-137 наблюдается в грибах – 62,8 Бк/кг и дикорастущих ягодах – 58,8 Бк/кг. Пониженная концентрация вышеобозначенного радионуклида отмечается в картофеле и овощных культурах. Данная концентрация составляет 5,39 Бк/кг и 3,67 Бк/кг соответственно. Высокие показатели накопления  $^{137}\text{Cs}$  грибами обусловлены биологическими особенностями данных организмов. Грибы обладают способностью интенсивно поглощать соединения цезия из почвы.

Повышенное содержание стронция-90 наблюдается в картофеле. Оно составляет 0,28 Бк/кг. Пониженный уровень концентрации вышеуказанного радиоактивного вещества выявлен в овощах – 0,24 Бк/кг.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дорожко, С.В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность: учеб. пособие: в 3 ч. / С.В. Дорожко. – Минск: Дикта, 2006. – Ч. 3. – 307 с.
2. Кенигсберг, Я.Э. Радиационная защита населения Беларуси после Чернобыльской катастрофы / Я.Э. Кенигсберг, Н.Н. Цыбулько // Радиационная гигиена. – 2014. – № 2. – С. 15-20.

3. Защита населения и хозяйственных объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность: учеб.-метод. комплекс для студентов / сост. В.А. Цибулько, Т.В. Дайлид. – Минск: Изд-во МИУ, 2006. – 240 с.
4. Борчук, Н.И. Медицина экстремальных ситуаций: учеб. пособие / Н.И. Борчук. – Минск: Вышэйшая школа, 1998. – 240 с.
5. Саечников, В.А. Основы радиационной безопасности: учеб. пособие / В.А. Саечников, В.М. Зеленкевич. – Минск: БГУ, 2002. – 183 с.
6. Хлопцев, А.Ф. Радиационная безопасность / А.Ф. Хлопцев, О.А. Щигельский. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2003. – 119 с.
7. Постник, М.И. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях: учебник / М.И. Постник. – Минск: Вышэйшая школа, 2003. – 398 с.
8. Галицкий, Э.А. Основы радиационной безопасности: учеб. пособие / Э.А. Галицкий, В.К. Пестис, Н.Н. Забелин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Гродно: Гродн. гос. ун-т, 2005. – 244 с.
9. Стожаров, А.Н. Радиационная медицина: учеб. пособие / А.Н. Стожаров, Л.А. Квиткевич, Г.А. Солодка. – Минск: МГМИ, 2000. – 154 с.
10. Мархоцкий, Я.Л. Основы радиационной безопасности населения: учеб. пособие / Я.Л. Мархоцкий. – Минск: Вышэйшая школа, 2011. – 224 с.

#### REFERENCES

1. Dorozhko S.V. *Zashchita naseleniya i khozyaystvennykh ob'ektov v chrezvychaynykh situatsiyakh. Radiatsionnaya bezopasnost: Uchebnoye posobiye* [Protection of the Population and Economic Objects in Emergency Situations. Radiation safety. Manual], Minsk, Dikta, 2006, 3, 307 p.
2. Koenigsberg Ya.E., Tsybulko N.N. *Radiatsionnaya gigiyena* [Radiation Hygiene], 2014, 2, pp. 15–20.
3. Tsybulko V.A., Dylid T.V. *Zashchita naseleniya i ob'ektov ot chrezvychaynykh situatsii. Radiatsionnaya bezopasnost: Ucheb.-metod. kompleks* [Protection of the Population and Objects from Emergency Situations. Radiation safety: Academic and Methods Complex], Minsk, Izd-vo MIM, 2006, 240 p.
4. Borchuk N.I. *Meditsina ekstremal'nykh situatsii: Uchebnoye posobiye* [Medicine of Emergency Situations. Manual], Minsk, Vysheishaya shkola, 1998, 240 p.
5. Sayechnikov V.A., Zelenkevich V.M. *Osnovy radiatsionnoi bezopasnosti: Uchebnoye posobiye* [Basics of Radiation Safety. Manual], Minsk, BGU, 2002, 183 p.
6. Khloptsev A.F., Shchigelski O.A. *Radiatsionnaya bezopasnost* [Radiation Safety], Vitebsk, Izd-vo UO «VGU im. P.M. Masherova», 2003, 119 p.
7. Postnik M.I. *Zashchita naseleniya i khozyaystvennykh ob'ektov v chrezvychaynykh situatsiyakh: Uchebnik* [Protection of the Population and Economic Objects in Emergency Situations. Manual], Minsk, Vysheishaya shkola, 2003, 398 p.
8. Galitsky E.A., Pestis V.K., Zabelin N.N. *Osnovy radiatsionnoi bezopasnosti: Uchebnoye posobiye* [Basics of Radiation Safety. Manual], Grodno, Grodno University, 2005, 244 p.
9. Stozharov A.N., Kvitkevich L.A., Solodkaya G.A. *Radiatsionnaya meditsina: Uchebnoye posobiye* [Radiation Medicine. Manual], Minsk, MGMI, 2000, 154 p.
10. Markhotsky Ya.L. *Osnovy radiatsionnoi bezopasnosti naseleniya: Uchebnoye posobiye* [Basics of Radiation Safety of the Population. Manual], Minsk, Vysheishaya shkola, 2011, 224 p.

Поступила в редакцию 20.06.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: vova.klyuev.74.74@mail.ru – Ключев В.А.

## Водные полужесткокрылые (Insecta, Heteroptera) верховых болот Белорусского Поозерья

Г.Г. Сушко\*, О.И. Шатарнова\*, А.О. Лукашук\*\*

\*Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машерова»

\*\*Государственное природоохранное учреждение «Березинский биосферный заповедник»

Верховые болота Белорусского Поозерья – уникальные экосистемы, со специфическими экологическими условиями, свойственными северным широтам. Одна из их особенностей – наличие различных по площади водных объектов, таких как озера, озёрки и мочажины. Они являются средой обитания для многих организмов. В числе последних водные полужесткокрылые, видовой состав которых в болотных экосистемах к настоящему времени изучен недостаточно.

Цель работы – изучить видовой состав и основные экологические и зоогеографические особенности населения водных полужесткокрылых насекомых верховых болот Белорусского Поозерья.

**Материал и методы.** Исследования проводились в водных объектах 6 верховых болот, расположенных на территории Белорусского Поозерья в период с 2012 по 2016 год. Для сбора материала использованы гидробиологический сачок Бальфура-Брауна и водные ловушки.

**Результаты и их обсуждение.** На основании сборов авторов составлен аннотированный список, включающий 28 видов, принадлежащих к 15 родам, 9 семействам 10 подсемейств 8 надсемейств 2 подотрядов, а также сведения о географическом распространении, частоте встречаемости видов, их биотопическом распределении на исследованных верховых болотах и находках этих насекомых в данных экосистемах на территории Республики Беларусь и других стран Европы.

**Заключение.** В водных объектах верховых болот Белорусского Поозерья выявлено 22 вида полужесткокрылых насекомых, среди которых большинство составляли представители семейств Corixidae и Gerridae. Численно преобладали 9 видов. Зарегистрированные виды в основном являются зоофагами, обитающими в различных типах водных объектов, за исключением стенобионта верховых болот *Cymatia bondsdorffii*.

**Ключевые слова:** водные полужесткокрылые, верховые болота, Белорусское Поозерье.

## Water Bugs (Insecta, Heteroptera) of Peat Bog Water Bodies of the Belarusian Lake District (Poozeriye)

G.G. Sushko\*, O.I. Shatarnova\*, A.O. Lukashuk\*\*

\*Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

\*\*State Nature Protection Establishment «Berezino Biosphere Reserve»

Peat bogs of the Belarusian Lake District are unique ecosystems, with specific ecological conditions typical of the northern latitudes. One of their features is the presence of different in size water bodies, such as lakes, small lakes and hollows, which are the habitat for many organisms. Among them, aquatic hemiptera, the species composition of which in bog ecosystems has not been sufficiently studied.

The aim of the work is to study the species composition and the main ecological and zoogeographic features of the aquatic bugs of the peat bogs of the Belarusian Lake District.

**Material and methods.** The research was carried out in the water bodies of 6 peat bogs located in the Belarusian Lake District between 2012 and 2016. Balfour-Brown's hydrobiological net and water traps were used to collect the material.



**Findings and their discussion.** An annotated list has been compiled, comprising 28 species belonging to 15 genera, 9 families of 10 subfamilies, 8 superfamilies of 2 suborders, as well as information on geographical distribution, frequency of occurrence of species, their habitat distribution on the studied bogs and findings of these insects in peat bogs on the territory of the Republic of Belarus and other European countries.

**Conclusion.** In the water bodies of the peat bogs of the Belarusian Lake District, 22 species of water bugs were identified, among which the majority were species of the families Corixidae and Gerridae. Numerically 9 species dominated. The registered species are mainly zoophagous, inhabiting different types of water bodies, except for the peat bog stenobiont species *Cymatia bonsdorffii*.

**Key words:** water bugs, peat bogs, Belarusian Lake District.

Верховые болота характеризуются своеобразным сочетанием абиотических (гидрологические условия, химический состав и pH воды и почвы) и биотических (видовая и функциональная структура биоценозов, морфологические и физиологические особенности живых организмов) экологических факторов [1].

Большинство болот Западной и Центральной Европы нарушены в результате хозяйственной деятельности человека. В Центральной Европе площадь заболоченных почв составляет примерно 7,3 млн га, а в малонарушенном состоянии сохранилось только 4,1 млн га, из которых 1,3 млн га расположено на территории Беларуси [2]. Как следствие, болотные массивы Белорусского Поозерья имеют важное значение для изучения биологического разнообразия. Одна из особенностей верховых болот – наличие различных по площади водных объектов, таких как озера, озерки и мочажины. Они являются средой обитания для многих водных и амфибионтных организмов. В числе последних водные полужесткокрылые, видовой состав которых в болотных экосистемах к настоящему времени изучен недостаточно и приводится в ограниченном числе публикаций [3–5].

Цель работы – изучить видовой состав и основные экологические и зоогеографические особенности населения водных полужесткокрылых насекомых верховых болот Белорусского Поозерья.

**Материал и методы.** Сборами материала в полевых условиях были охвачены водные объекты 6 верховых болот, расположенных на территории Витебского, Лепельского, Миорского, Шарковщинского, Шумилинского, Полоцкого районов Витебской области и Мядельского района Минской области. Приняты следующие сокращения названий верховых болот региона исследований: Ел – Ельня, Бм – Болото Мох (Миорский район), Пд – Придвинье (Витебский район), Об – Оболь II (Шумилинский и Полоцкий районы), Пт – Пострежское (Лепельский район), Мл – болото в окр. оз. Млынок (Мядельский район).

Исследования проводили с мая по октябрь в 2012–2016 гг. Полужесткокрылых насекомых отлавливали сачком Бальфура-Брауна (диаметр обруча 25 см) в литорали озер и озерков, а также в мочажинах. Кроме того, использовались гидробиологические ловушки, изготовленные из пластиковых бутылок [6]. Имаго и личинок фиксировали в 70° этаноле.

На основании наших сборов составлен аннотированный список видов, включающий сведения о частоте встречаемости видов, их биотопическом распределении на исследованных верховых болотах и находках этих насекомых в рассматриваемых экосистемах на территории Республики Беларусь и других стран Европы исходя из литературных данных. Период активности имаго указан на основании наших наблюдений и литературных источников [7–9].

Для общей характеристики показателей количественных учетов видов, перечисленных в аннотированном списке, использована оценочная шкала В.Ф. Палия (1965) [10]: уникальные (за много времени 1–3 экз.), очень редкие (не ежегодно 1–3 экз.), редкие (ежегодно в малой численности, 1–3 экз.), единичные (в ряде станций единично), обычные (постоянно в заметной численности), массовые (в численности, не поддающейся подсчету).

Коллекционные материалы хранятся на кафедре зоологии ВГУ имени П.М. Машерова.

**Результаты и их обсуждение.** *Таксономический состав населения.* На основании наших исследований составлен аннотированный список, включающий 28 видов, принадлежащих к 15 родам, 9 семействам 10 подсемейств 8 надсемейств 2 подотрядов (табл.).

**Таксономический состав населения водных полужесткокрылых (Insecta, Heteroptera)  
верховых болот Белорусского Поозерья**

Подотряд	Надсемейство	Семейство	Число родов	Число видов	Доля видов от общего числа (%)
Nepomorpha	Nepoidea	Nepidae	2	2	7,17
	Corixoidea	Corixidae	4	6	39,28
	Naucoridea	Naucoridae	1	1	3,57
	Notonectoidea	Notonectidae	1	2	10,71
	Pleoidea	Pleidae	1	1	3,57
Gerromorpha	Mesovelioidae	Mesoveliidae	1	1	3,57
	Hydrometroidea	Hydrometridae	1	1	3,57
	Gerroidea	Veliidae	1	2	7,17
		Gerridae	3	5	21,42

### Отряд Heteroptera

#### Надсемейство Nepoidea

#### Семейство Nepidae

##### Подсемейство Nepinae

***Nepa cinerea* Linnaeus, 1758.** Очень редок (Ел, Бм, Пт). Озерко. Обитает в водных объектах со стоячей и медленно текущей водой. Период активности имаго – 07–08. Зоофаг [9]. Известен с верховых болот Германии [7; 8].

##### Подсемейство Ranatrinae

***Ranatra linearis* (Linnaeus, 1758).** Редок (Ел, Бм, Мл, Пт). Озера, озерки (06–08). Обитает в водоемах с развитой водной растительностью. Зоофаг [9].

#### Надсемейство Corixoidea

#### Семейство Corixidae

##### Подсемейство Cymatiinae

***Cymatia bondsdorffii* (C.R. Sahlberg, 1819).** Единичен (Бм, Ел, Пт). Озера, озерки, мочажины (04–09). Обитает преимущественно в озерах и пойменных водоемах со стоячей водой. В Беларуси отмечен только на верховых болотах. Зоофитофаг [9]. Известен с верховых болот Германии [7; 8].

***C. coleoprata* (Fabricius, 1777).** В массе на всех исследованных болотах. Озера, озерки, мочажины (04–09). Обитает в озерах, прудах, торфяных водах [9]. Имаго активны с конца апреля до конца октября, имеется две генерации. Зоофитофаг [9]. Известен с верховых болот Эстонии [11], Германии [7; 8].

##### Подсемейство Corixinae

***Glaenocorixa propinqua* (Fieber, 1861).** Очень редок (Пт). Озера (04, 07, 10). Глубокие и открытые, чаще торфяные водоемы. Зоофитофаг. Моно- или бивольтинный вид, в зависимости от температуры воды [9].

***Corixa dentipes* Thomson, 1869.** Обычен (Бм, Ел, Пт). Озера, озерки, мочажины (04–06). Обитает в постоянных водоемах с богатой растительностью. Зоофитофаг [9].

***C. punctata* (Illiger, 1807).** Уникален (Пт). Озера (10). Постоянные водоемы с богатой растительностью. Зоофитофаг. Моновольтинный вид [9].

***Hesperocorixa sahlbergi* (Fieber, 1848).** Единичен (Ел, Бм). Озерки (07–08). Обитает в водных объектах со стоячей и медленно текущей водой. Зоофитофаг [9].

***H. linnaei* (Fieber, 1848).** Очень редок (Пт). Озера (10). Пойменные водоемы с богатой растительностью, реже торфяные водоемы. Зоофитофаг [9].

***Callicorixa praeusta* (Fieber, 1848).** Уникален (Пт). Озера (05). Озера и пойменные водоемы. Зоофитофаг. Поливольтинный вид [9].

***Sigara limitata* (Fieber, 1848).** Очень редок (Ел, Бм). Озерко (07–08). Обитает в водных объектах со стоячей и медленно текущей водой. Детритофаг [9].

***S. falleni* (Fieber, 1848).** Очень редок (Об). Озеро. Обитает в водных объектах со стоячей и медленно текущей водой. Зоофитофаг. Поливольтинный вид [9].

***S. striata* (Linnaeus, 1758).** Уникален (Пт). Озера (10). Стоячие и слабопроточные водные объекты, реже торфяные водоемы. Зоофитофаг. Поливольтинный вид [9].

**Надсемейство Naucoroidea**

**Семейство Naucoridae**

**Подсемейство Naucorinae**

***Ilyocoris cimicoides* (Linnaeus, 1758).** В массе на всех исследованных болотах. Озера, озерки, мочажины (05–09). Обитает в озерах и других водных объектах со стоячей и слабо текущей водой. Зоофаг [9]. Известен с верховых болот Эстонии [11].

**Надсемейство Notonectoidea**

**Семейство Notonectidae**

**Подсемейство Notonectinae**

***Notonecta glauca* Linnaeus, 1758.** Обычен (Бм, Ел, Пт). Озера, озерки, мочажины (08, 09). Обитает в прудах, небольших озерах, пойменных водных объектах – от луж до крупных озер. Зоофаг [9]. Известен с верховых болот Германии [7; 8].

***N. reuteri* Hungerford, 1928.** Редок (Бм, Ел, Пт). Озера, озерки (08, 09). Обитает в прудах и озерах среди торфяных болот, а также водоемах с развитой растительностью и большими участками открытого зеркала воды. Зоофаг [9].

***N. lutea* Muller, 1776.** Редок (Пт). Озеро (07). Обитает в прудах и озерах с развитой растительностью. Зоофаг [9].

**Надсемейство Pleoidea**

**Семейство Pleidae**

***Plea minutissima* Leach, 1817.** Единичен (Бм, Ел, Пт). Озера, озерки (05–08). Обитает среди зарослей растений в стоячих постоянных водоемах, прудах, озерах. Зоофаг [9].

**Надсемейство Mesovelioidae**

**Семейство Mesovelidae**

**Подсемейство Mesoveliinae**

***Mesovelis furcata* Mulsant & Rey, 1852.** Обычен (Ел, Об, Пд). Озера, ручьи (05–08). Обитает преимущественно на поверхности постоянных водоемов. Зоофаг. Поливольтинный [9].

**Надсемейство Hydrometroidea**

**Семейство Hydrometridae**

**Подсемейство Hydrometrinae**

***Hydrometra gracilentia* Horváth, 1899.** Обычен (Об, Пд). Озера, ручьи. Зарегистрирован по берегам стоячих или слабопроточных водных объектов на мокром грунте или среди стеблей тростника либо на листьях плавающих растений. Зоофаг. Поливольтинный [9].

**Надсемейство Gerroidea**

**Семейство Veliidae**

**Подсемейство Microveliinae**

***Microvelia buenoi* Drake, 1920.** Обычен (Ел, Об, Пт). Озера, ручьи (05–07). Обитает на поверхности водных объектов со стоячей или слабо текущей водой. Иногда встречается на болотах. Зоофаг. Поливольтинный [9].

***M. reticulata* (Burmeister, 1835).** Редок (Ел, Бм). Мочажины, озерки (04–09). Обитает на сфагновых болотах, на прибрежной растительности в стоячих и слабопроточных водоемах. Зоофаг [9]. Известен с верховых болот Германии [7; 8].

**Семейство Gerridae**

**Подсемейство Gerrinae**

***Aquarius paludum* (Fabricius, 1794).** Обычен (Об, Пд). Озера, ручьи. Предпочитает открытые стоячие водоемы, реже в реках. Зоофаг [89].

***Gerris argentatus* Schummel, 1832.** Обычен (Об, Пд). Озера. Обитает на поверхности водных объектов со стоячей водой. Зоофаг [9].

***G. lacustris* (Linnaeus, 1758).** Единичен (Ел, Бм). Озерки (Об, 07). Обитает в прудах, озерах, пойменных водоемах со стоячей водой. Зоофаг. В Центральной Европе считается поливольтинным. Начало активности имаго – конец апреля [9]. Известен с верховых болот Эстонии [11], Германии [7; 8].

***G. lateralis* Schummel, 1832.** Уникальный (Пт). Озера, временные водотоки (04). Обитает на поверхности постоянных затененных небольших водоемов (например, лесные лужи), реже тенистых заливов озер и небольших ручьев с медленным течением. Зоофаг [9].

***G. odontogaster* (Zetterstedt, 1828).** В массе на всех исследованных болотах. Озера, озерки (04–09). Обитает в водных объектах со стоячей или слабопроточной водой, с частично заросшим зеркалом воды. В Центральной Европе считается поливольтинным. Зоофаг [9]. Известен с верховых болот Германии [7; 8].

***Limnoporus rufoscutellatus* (Latreille, 1807).** Очень редок (Ел, Бм). Мочажина (05–08). Обитает в неглубоких стоячих пойменных водоемах, заболоченных прудах, больших озерах, иногда вдоль берегов рек. Зоофаг [9].

Наибольшим числом видов отличались семейства Corixidae (39,28%) и Gerridae (21,42%). Остальные семейства представлены 1–2 видами (табл.). Немногим более половины выявленных видов (59,00%) не отличались высокими показателями численности и относились к категории редких. Тогда как 40,90% видов были массовыми (*Cymatia coleoptrata*, *Ilyocoris cimicoides*, *Gerris odontogaster*) и обычными (*Corixa dentipes*, *Mesovelina furcata*, *Hydrometra gracilentia*, *Microvelia buenoi*, *Aquarius paludum*, *Gerris argentatus*).

**Экологические преферендумы.** По трофической специализации преобладали зоофаги (72,72%). Также выявлены зоофитофаги (22,72%) и детритофаги (4,54%).

Многие виды (36,36%) указаны для верховых болот Европы, однако стенобионтным обитателем данных экосистем является только вид *Cymatia bondsdorffii*. В целом среди всех видов в равных долях выявлены обитатели как стоячих (50,00%), так и стоячих и слабо текущих вод (50,00%) различных водных объектов. По вертикальному распределению установленные полужесткокрылые относятся к пелаго-бентосу (57,14%) и эпинеистону (42,86%).

**Заключение.** Таким образом, в водных объектах верховых болот Белорусского Поозерья выявлено 28 видов полужесткокрылых насекомых, среди которых большинство составляли представители семейств Corixidae и Gerridae. Численно преобладали 9 видов. Зарегистрированные виды в основном являются зоофагами, обитающими в различных типах водных объектов, за исключением стенобионта верховых болот *Cymatia bondsdorffii*.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Боч, М.С. Экосистемы болот СССР / М.С. Боч, В.В. Мазинг. – Л.: Изд-во Наука, 1979. – 188 с.
2. Bragg, O. Strategy and Action Plan for Mire and Peatland Conservation in Central Europe / O. Bragg, R. Lindsay and e.t.s. – Wageningen, The Netherlands: Wetlands International, 2003. – 94 p.
3. Маавара, В.Ю. Энтомофауна верховых болот Эстонской ССР и ее изменение под влиянием хозяйственной деятельности человека: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.09 / В.Ю. Маавара; ИЗ АН Эстонии. – Тарту, 1955. – 19 с.
4. Stys, P. Die Wanzenfauna des Moorgebietes Soos in Bohemen (Heteroptera) / P. Stys // Acta Univ. Carol. Bios. Suppl. – 1960. – P. 83–133.
5. Бесядка, Э. Предварительная характеристика водных полужесткокрылых (Heteroptera) болота Целау / Э. Бесядка, М. Мороз // Флора и фауна болота Целау: тезисы докл. междунар. науч. конф., Калининград, 1996 г. / Калинингр. гос. ун-т; редкол.: В.П. Дедков [и др.]. – Калининград, 1996. – С. 15–18.
6. Рындевич, С.К. Сбор и определение водных и околотовных жесткокрылых / С.К. Рындевич, В.А. Цинкевич. – Минск: БГУ, 2004. – 123 с.
7. Peus, F. Beitrage zur Kenntnis der Tierwelt nordwestdeutscher Hochmoore. Eine okologische Studie. Insecten, Spinnentiere, Wirbeltiere / F. Peus // Z. Morphol. Okol. Tiere. – 1928. – Bd. 12. – P. 533–683.
8. Rabeler, W. Die Fauna des Goldenitzer Hochmoores in Mecklenburg / W. Rabeler // Z. viss. Biol.(A). – 1931. – № 21. – P. 173–315.
9. Канюкова, Е.В. Водные полужесткокрылые насекомые (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) фауны России и сопредельных стран / Е.В. Канюкова. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 297 с.

10. Палий, В.Ф. Об определении обилия в энтомологических исследованиях / В.Ф. Палий // Сб. энтомол. работ Кирг. отд. ВЭО. – Фрунзе, 1965. – С. 112–121.
11. Maavara, V. Endla rabade entomofauna / V. Maavara // Eestj NVS Teeaduste Akadeemia Juures asuva loodusuuriijate seeltsi. – Aastaraamat. – 1957. – K. 50. – P. 119–140.

#### REFERENCES

1. Boch M.S., Mazing V.V. *Ecosistemy bolot SSSR* [Bog Ecosystems of the USSR], L., Izd-vo Nauka, 1979, 188 p.
2. Bragg, O. Strategy and Action Plan for Mire and Peatland Conservation in Central Europe / O. Bragg, R. Lindsay and e.t.s. – Wageningen, The Netherlands: Wetlands International, 2003. – 94 p.
3. Maavara V.Yu. *Entomofauna verkhovykh bolot Estonskoi SSR i yeye izmeneniye pod vliyaniem hoziaistvennoi deyatelnosti cheloveka: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.00.09* [Entomofauna of the Peat Bogs of the Estonian SSR and its Change under the Influence of Human Economic Activity. PhD (Biology) Dissertation Abstract], 1955, AN Estonii, Tartu, 19 p.
4. Stys, P. Die Wanzenfauna des Moorgebietes Soos in Bohemen (Heteroptera) / P. Stys // Acta Univ. Carol. Bios. Suppl. – 1960. – P. 83–133.
5. Besiadka E., Moroz M. *Flora i fauna bolota Tsellau: tezisy dokl. mezhdunar. nauchn. konferentsii., Kaliningrad, 1996* [Flora and Fauna of Tsellau Bog: Report Summary at the International Scientific Conference, Kaliningrad, 1996], Kaliningradski gos. universitet, 1996, pp. 15–18.
6. Ryndevich S.K., Tsinkevich V.A. *Sbor i opredeleniye vodnykh i okolovodnykh zhestkokrylykh* [Collection and Identification of Aquatic and Semiaquatic Coleopterans], Minsk, BGU, 2004, 123 p.
7. Peus, F. Beitrage zur Kenntnis der Tierwelt nordwestdeutscher Hochmoore. Eine okologische Studie. Insecten, Spinnentiere, Wirbeltiere / F. Peus // Z. Morphol. Okol. Tiere. – 1928. – Bd. 12. – P. 533–683.
8. Rabeler, W. Die Fauna des Golderitzer Hochmoores in Mecklenburg / W. Rabeler // Z. viss. Biol.(A). – 1931. – № 21. – P. 173–315.
9. Kaniukova E.V. *Vodnye poluzhestkokrylye nasekomye (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) fauny Rossii i sopredelnykh stran* [Aquatic and Semiaquatic Heteropteran Insects (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) of the Fauna of Russia and Neighboring Countries], Vladivostok, Dalnauka, 2006, 297 p.
10. Pali V.F. *Sb. entomol. rabot Kirg. ott. VEO* [Collection of Works of Kirgiz Branch of VEO], Frunze, 1965. pp. 112–121.
11. Maavara, V. Endla rabade entomofauna / V. Maavara // Eestj NVS Teeaduste Akadeemia Juures asuva loodusuuriijate seeltsi. – Aastaraamat. – 1957. – K. 50. – P. 119–140.

Поступила в редакцию 29.06.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: gennadis@rambler.ru – Сүшко Г.Г.

## Анализ распространения инвазии борщевика на территории Городокского района Витебской области

Ю.И. Высоцкий, Л.М. Мерзвинский, И.М. Морозов, А.Б. Торбенко  
Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машерова»

В статье приводятся данные о распространении борщевика на территории Городокского района Витебской области, характеризуются состояние отдельных очагов инвазии и их распределение по разным типам земель.

Цель исследования – изучить распространение борщевика по территории района, охарактеризовать состояние отдельных очагов инвазии, создать ГИС и векторные карты очагов инвазии борщевика.

**Материал и методы.** Материалом являлись инвазивные популяции борщевика на территории Городокского района. Эколого-флористические исследования проводились детально-маршрутным методом с применением GPS-навигации; обработка результатов осуществлялась с использованием ГИС-технологий и ГИС-картографирования, решение статистических и расчетных задач – с применением электронной карты.

**Результаты и их обсуждение.** Созданы картографическая база данных распространения борщевика в программе OziExplorer и ГИС в программе MapInfo. Проведен ГИС-анализ распространения борщевика по территории района, распределения земель, засоренных борщевиком, по землепользователям. Определено состояние обследованных колоний борщевика и фитоценозов в местах его произрастания.

При инвентаризации мест произрастания борщевика зарегистрированы GPS-координаты 235 колоний борщевика общей площадью 262,26 га, состоящих из 1438 изолированных локальных мест произрастания (локусов).

В Городокском районе основная доля зарослей борщевика приходится на луговые земли – 38%. На 2 месте закустаренные земли – 24%, где борщевик занимает все прогалины и поляны. На 3 месте неиспользуемые земли (обочины дорог и придорожные канавы) – 11%. На 4 месте дворы (территории ферм, складов, мехдворы и т.д.) – 10%. Далее идут пахотно-пригодные земли – 9%. Это окраины полей и поля, примыкающие к брошенным фермам.

**Заключение.** За прошедшие 7 лет успехов в борьбе с распространением борщевика не достигнуто. По сравнению с 2011 г. в 2016 г. площади, засоренные борщевиком, выросли в 2 раза. В 3 раза увеличилось число землепользователей и в сотни раз количество мест произрастания.

**Ключевые слова:** борщевик, гербициды, ГИС, ГИС-технологии, инвазивные популяции, инвентаризация, карта распространения, колонии борщевика, места произрастания, очаги инвазии.

## Analysis of Hogweed Invasion Distribution on the Territory of Gorodok District of Vitebsk Region

Yu.I. Vysotski, L.M. Merzhvinski, I.M. Morozov, A.V. Torbenko  
Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

Data on Hogweed distribution on the territory of Gorodok District of Vitebsk Region are presented; several invasion hotbeds and their distribution over different soil types are characterized.

The purpose of the research is to study Hogweed distribution on the territory of the District, to characterize the status of some invasion hotbeds, create computer (GIS) and vector maps of Hogweed invasion distribution.

**Material and methods.** The research material is Hogweed invasion populations on the territory of Gorodok District. The ecology and florist research was conducted using the detail-itinerary method with GIS navigation; the findings were processed using computer (GIS) technologies and GIS mapping, statistic and calculation problem solution with the e-map.

**Findings and their discussion.** An OziExplorer mapping data base and MapInfo GIS of Hogweed distribution were created. GIS analysis of Hogweed distribution on the territory of the District and of land distribution fouled with Hogweed according to land users was carried out. The state of the studied Hogweed colonies and phytocenoses in its growing places is identified.

*Hogweed growing place inventory registered GPS coordinates of 235 Hogweed colonies of the general area of 262,26 hectares which consist of 1438 isolated local growing places (locuses).*

*The main part of Hogweed, 38%, in Gorodok District occupies meadow lands. The second place is taken by fasting lands – 24%, where Hogweed occupies all clearings and glades. The third place is taken by non-used lands (roadsides and roadside ditches) – 11%. The fourth place is taken by yards (farm, warehouse, garage territories etc.) – 10%. Then arable land follows – 9%. They are field edges and fields adjoining abandoned farms.*

**Conclusion.** *There has been no success in fighting Hogweed spread over the last 7 years. Compared to the year of 2011 areas fouled with Hogweed increased twice compared to 2016. The number of land users has increased three times, and the number growing places – hundreds of times.*

**Key words:** *Hogweed, herbicides, GIS, GIS technologies, invasive populations, inventory, distribution map, Hogweed colonies, growing places, invasion hotbeds.*

**В** Беларуси интродукция видов рода борщевик как новых кормовых растений была начата в 1955 году Центральным ботаническим садом АН БССР под руководством академика Н.В. Смольского. [1].

На многочисленных всесоюзных совещаниях-семинарах и симпозиумах всячески пропагандировалось введение борщевика в агрокультуру, хотя ученые уже говорили об опасностях, которые несло за собой хозяйственное разведение этих растений [2].

На рубеже 1980–1990-х годов борщевик перестали сеять вследствие отрицательных последствий в животноводстве и растениеводстве (изменение свойств молока и мяса, увеличение случаев выкидышей у коров, бесплодие, засорение полей и спонтанное саморасселение борщевика) [3].

При способности к распространению самосевом борщевик из нового кормового растения превратился в злостный сорняк, интенсивно расселяющийся на землях сельскохозяйственных и промышленных предприятий и в зонах отчуждения дорог [4].

Борщевик Сосновского не просто агрессивный чужеродный вид. Это вид-колонизатор, который после первого обсеменения всего 1 растения создает колонию, занимающую определенную территорию. Это вид-трансформер, угнетающий благодаря выделению химических веществ в почву аборигенную флору и изменяющий состав фитоценоза [5].

Быстро заселяя нарушенные и заброшенные земли, полосы кустарников вдоль полей и другие неиспользуемые в хозяйстве территории, борщевик образует монодоминантные сообщества, вытесняя аборигенные виды. Это приводит к разрушению существующего фитоценоза и замещению его на ассоциацию сорных растений с преобладанием борщевика, при этом резко сокращается видовой состав луговых трав и возникает угроза эрозии почвы [6–8].

Это особенно актуально для Витебской области, где засоренность земель борщевиком самая высокая в республике, и поэтому необходимо предпринимать самые конструктивные меры по минимизации его распространения.

Мероприятия по борьбе с распространением борщевика Сосновского проводятся на основе «Плана действий по предотвращению и минимизации ущерба от распространения чужеродного вида растения – борщевика Сосновского», утвержденного Совмином РБ за № 06/214-384 от 4 октября 2008 г., двух постановлений Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь: 1) «О некоторых вопросах регулирования интродукции и (или) акклиматизации дикорастущих растений» № 106 от 28 ноября 2008 г., 2) «О некоторых вопросах регулирования распространения и численности видов дикорастущих растений» № 2 от 10 января 2009 г., а также «Положения о порядке проведения мероприятий по регулированию распространения и численности видов растений, распространение и численность которых подлежат регулированию», утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1002 от 7 декабря 2016 г.

«Положением...» предписывается:

- проведение полевых обследований территории в целях выявления мест произрастания растений, относящихся к видам, распространение и численность которых подлежат регулированию;
- разработка и утверждение районного плана мероприятий;
- проведение работ по регулированию распространения и численности видов растений в соответствии с районным планом мероприятий [8; 9].

В 2017 г. ВГУ имени П.М. Машерова выполнялась НИР «Оценка угроз распространения инвазивных видов бальзамин, борщевик, золотарник на территории Витебской области, молекулярно-генетическое изучение их таксономического состава» в рамках ГПНИ «Природопользование и экология», п/п 2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология», комплексное задание 2.05 «Оценка угроз и разработка системы рисков от внедрения инвазивных видов в нативные сообщества как элемент экологической безопасности Республики Беларусь».

В ходе работы была проведена инвентаризация мест произрастания борщевика в Городокском районе.

Цель исследования – с применением GPS-навигации и ГИС-технологий выявить площадь распространения инвазивных видов рода борщевик.

Задачи: провести инвентаризацию мест обитания борщевика, создать картографическую базу данных распространения борщевика в программе *OziExplorer* и ГИС распространения борщевика в Городокском районе, провести ГИС-анализ данных мониторинга очагов инвазии.

**Материал и методы.** Материалом являлись очаги инвазии борщевика на территории Городокского района. Для разработки маршрута полевых исследований использовались ведомственные данные Витебского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды о местах произрастания колоний борщевика.

Эколого-флористические исследования проводились детально-маршрутным методом с применением GPS-навигации; обработка результатов осуществлялась с использованием ГИС-технологий и ГИС-картографирования, решение статистических и расчетных задач – с применением электронной карты.

**Результаты и их обсуждение.** Район находится в северо-восточной части Беларуси, которая относится к Поозерской провинции озерно-ледниковых, моренно-озерных и холмисто-моренно-озерных ландшафтов. Территория, по сравнению с другими районами страны, освоена слабо. Сельскохозяйственные земли занимают около 25% территории, леса – чуть более 60%, около 5% – акватории водоемов и водотоков. Остальные 10% заняты населенными пунктами, транспортными и иными коммуникациями, землями особого назначения.

В 2011 г. в Городокском районе выявлены 10 мест произрастания борщевика у 10 землепользователей общей площадью 158 га. За сезон скошено 127 га, перепахано 31 га земель, засоренных борщевиком.

В 2012 г. на учете: мест – 11, пользователей – 10, площадь – 167 га, скошено – 158 га, уничтожено гербицидом – 12 га, выявлено новых мест произрастания – 0.

В 2013 г. на учете: мест – 11, пользователей – 10, площадь – 167 га, скошено – 167 га, ликвидировано мест произрастания – 0, выявлено новых мест произрастания – 0.

В 2014 г. на учете: мест – 11, пользователей – 10, площадь – 167 га, скошено – 167 га, ликвидировано мест произрастания – 0, выявлено новых мест произрастания – 0.

В 2015 г. на учете: мест – 11, пользователей – 10, площадь – 167 га, скошено – 167 га, ликвидировано мест произрастания – 0, выявлено новых мест произрастания – 0.

В 2016 г. на учете: мест – 11, пользователей – 10, площадь – 167 га, скошено – 167 га, ликвидировано мест произрастания – 0, выявлено новых мест произрастания – 0, уничтожено гербицидом 21,9 га зарослей борщевика.

При инвентаризации очагов инвазии в июле-августе 2017 г. зарегистрированы GPS-координаты 235 колоний борщевика общей площадью 262,26 га, состоящих из 1438 изолированных локальных мест произрастания (локусов) у 31 землепользователя, что на 100 га больше площади инвазии по данным официальных лиц. В 3 раза увеличилось число землепользователей и в сотни раз количество мест произрастания. Если оценить площадь распространения борщевика по границам ареала с высокой плотностью мест произрастания, то земли, засоренные борщевиком, занимают чуть меньше 1/10 части территории района – около 250 км<sup>2</sup>.

На территории района места произрастания борщевика сосредоточены в 5 крупных центрах распространения инвазии, которые в основной массе расположены севернее г. Городок, а несколько крупных очагов – южнее (рис. 1).



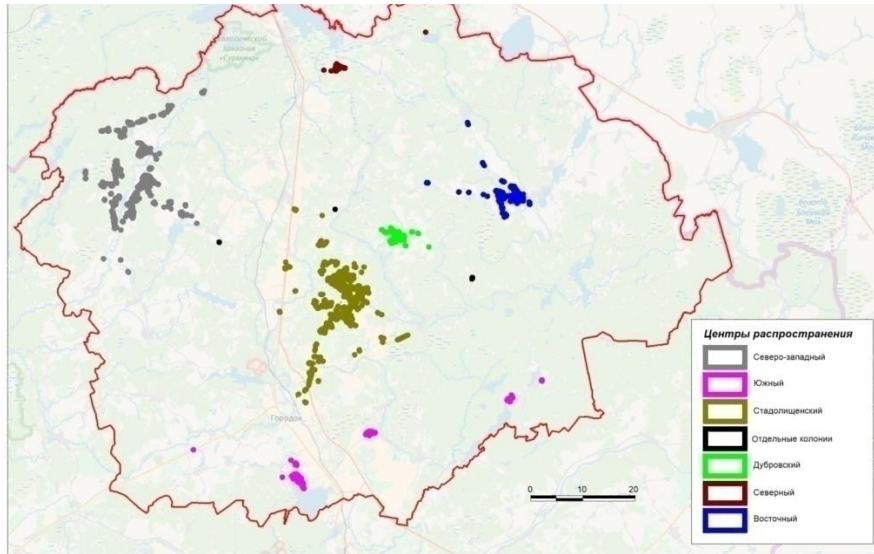


Рис. 1. Центры инвазии борщевика в Городокском районе

1. Центр инвазии «Восточный» расположен в восточной части района в окрестностях аг. Межа. Центр делится на несколько крупных очагов: Борисовка, Сеченка. Общая площадь земель, занятых борщевиком, – 28,7454 га.

2. Центр, – инвазии «Дубровский» расположен на северо-восток от Городка вдоль а/д Н-2500 (Городок–Межа) в окрестностях д. Дуброво и по пойме р. Солоновка.

3. Центр инвазии «Северный» расположен в окрестностях д. Желудово, состоит из 1 крупного очага «Жуково» и небольших колоний на прилегающих дорогах.

4. Центр инвазии «Северо-западный» расположен в пойме р. Оболь в треугольнике деревень Коновалово, Холомерье, Оболь. Центр делится на крупные очаги: Антоненки, Желудово, Коновалово, Мишутино–Холомерье, Оболь–Большое Телешово, Оболь–Пустельники, Осмото, дорога Вировля–Оболь.

5. Центр инвазии «Стадолиценский» расположен вдоль дороги Н-2500, делится на крупные очаги: Антоновцы–Позняково, Баканы, Бескатово–Литвиново–Седуны, Загоряне, Заозерье–Новый Болецк, Новая, Стадолице–Пшеничено.

6. Центр инвазии «Южный» расположен на юге района и состоит из 3 очагов: Малое Лосвидо, Пальминка, Стырики.

**Центр инвазии «Восточный».** Очаг инвазии «Борисовка», расположен на северо-восток от г. Городок вдоль а/д Н-2500 (Городок–Межа) в окрестностях д. Борисовка. Очаг образован 1-й крупной пятнисто-ленточной колонией, находящейся в деревне и простирающейся на юг от шоссе на окраинах полей, и несколькими малыми на дорогах.

Очаг инвазии «Сеченка». Крупный очаг вдоль шоссе Н2500, недалеко от аг. Межа, на территории деревень Сеченка и Шарипы и прилегающих полях. Очаг состоит из 3-х больших колоний и нескольких малых. Основная часть многочисленных локалитетов борщевика сосредоточена на с/х землях КУСХП «Степановичи».

**Центр инвазии «Дубровский».** Очаг инвазии «Дуброво» расположен в окрестностях д. Дуброво и по пойме р. Солоновка. Очаг образован колониями № 21, 22, 23, 24 общей площадью 6,38 га, которые состоят из 64 отдельных локусов.

**Центр инвазии «Северный».** Центр инвазии «Северный» расположен на севере Городокского района на восток от оз. Езерище. Занимает небольшую площадь, состоит из нескольких одиночных колоний и крупного очага инвазии «Жуково».

**Центр инвазии «Северо-западный».** Центр инвазии «Северо-западный» расположен в пойме р. Оболь в треугольнике деревень Коновалово–Холомерье–Оболь. В Городокском районе это самый территориально обширный регион засоренных борщевиком земель (рис. 2).

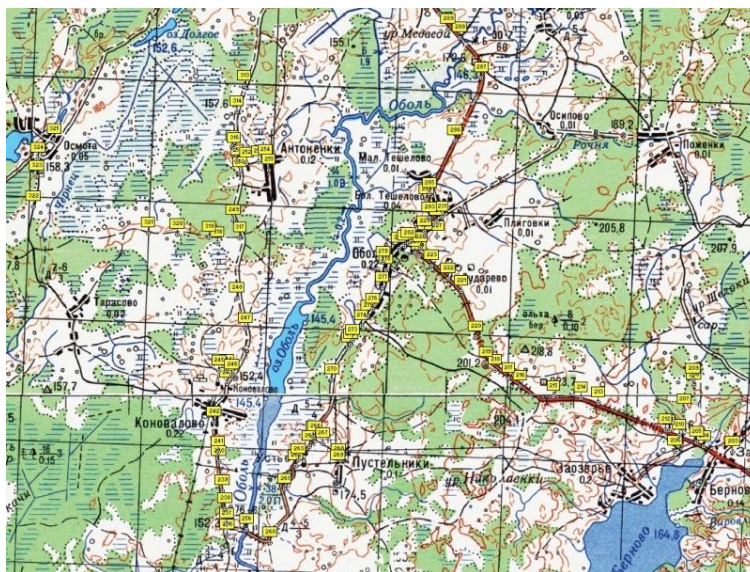


Рис. 2. Центр инвазии «Северо-западный», локализация мест произрастания борщевика

Центр инвазии делится на крупные очаги: Антоненки, Желудово, Коновалово, Мишутино–Холомерье, Оболь–Большое Телешово, Оболь–Пустельники, Осмото, дорога Вировля–Оболь и изолированные колонии. В этом регионе 514 локальных мест произрастания борщевика. Общая площадь зарослей борщевика 120,84 га.

Очаг инвазии «Антоненки». Это крупный очаг, расположенный на западе района (Вировлянский с/с), в окрестностях д. Антоненки, образованный 6 разными колониями общей площадью 6,94 га (рис. 2).

Очаг инвазии «Коновалово». Это крупный очаг, расположенный на западе района (Вировлянский с/с) в окрестностях д. Коновалово, образованный 4 разными колониями общей площадью 6,1195 га (рис. 2).

Очаг инвазии «Мишутино–Холомерье», расположенный на западе района (Вировлянский с/с) в окрестностях деревень Мишутино, Моисеево и Холомерье.

Очаг инвазии «Оболь–Большое Телешово» расположен между этих двух деревень, характеризуется высокой плотностью колоний борщевика, заросли которого занимают большие площади и заброшенные поля. Очаг образован 10 крупными колониями общей площадью 40 га (рис. 3).

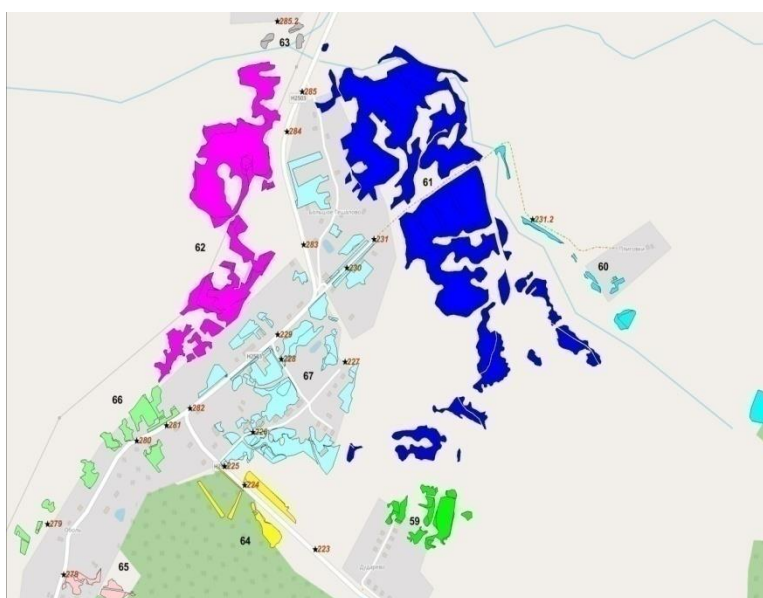


Рис. 3. Картосхема очага инвазии «Оболь–Большое Телешово»

**Центр инвазии «Стадолищенский»** расположен вдоль дороги Н-2500, делится на крупные очаги: Антоновцы–Позняково, Баканы, Бескатово–Литвиново–Седуны, Загоряне, Заозерье–Новый Болецк, Новая, Стадолище–Пшеничено. Общая площадь зарослей борщевика составляет 105,9 га (рис. 4).

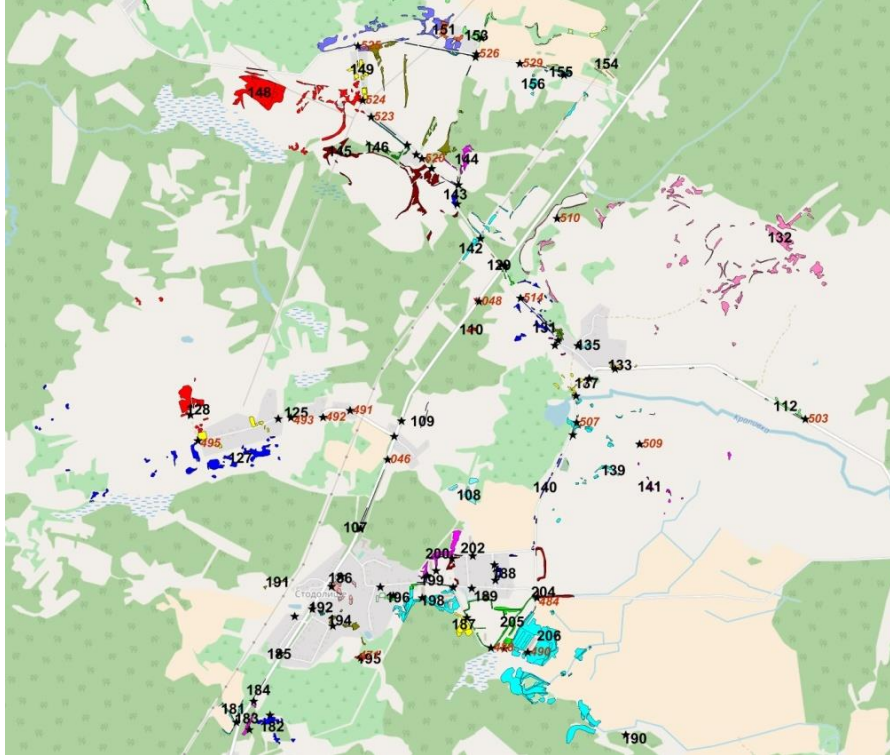


Рис. 4. Центр инвазии «Стадолиценский»

По сельским советам площади земель, засоренных борщевиком, распределились следующим образом:

Стадолищенский с/с – 108,39 га (41%), Вировлянский с/с – 99,44 га (37%), Меженский с/с – 28,39 га (11%), Бычихинский с/с – 12,43 га (5%), Вайханский с/с – 10,31 га (4%), Пальминский с/с – 3,04 га (1,5%), Первомайский с/с – 2,47 га (1%).

В Городокском районе площади, занятые борщевиком, по типам земель распределились так:

1. Луговые – 99,48 га (38%). 2. Прочие лесопокрывы – 61,68 га (24%). 3. Неиспользуемые земли – 29,61 га (11%). 4. Дворы – 25,88 га (10%). 5. Пахотно-пригодные – 23,59 га (9%). 6. Леса – 11,45 га (4%). 7. Водотоки – 3,6 га (>1%). 8. Болота – 2,01 га (1%). 9. Элементы коммуникаций – 1,64 га (<1%). 10. Дороги – 1,55 га (<1%).

В Городокском районе основная доля зарослей борщевика приходится на луговые земли – 38%. На 2 месте закустаренные земли – 24%, где борщевик занимает все прогалины и поляны. На 3 месте неиспользуемые земли (обочины дорог и придорожные канавы) – 11%. На 4 месте дворы (территории ферм, складов, мехдворы и т.д.) – 10%. Потом идут пахотно-пригодные земли – 9%. Это окраины полей и поля, примыкающие к брошенным фермам.

Анализ зараженности территории по различным типам земель и землепользователям позволил сделать вывод о том, что сегодня не менее 70% земель, пораженных инвазией борщевика, – это антропогенные ландшафты, и, соответственно, именно деятельность (или бездействие) человека – главный фактор его распространения.



Основными очагами и путями распространения *Heracleum Sosnowskyi*, исходя из наших данных, являются линии дорог, заброшенные фермы, окраины полей, ранее используемые для посевов борщевика. Территории, для которых характерно естественное развитие ландшафта, подвержены засорению борщевиком значительно меньше. По данным анализа среди естественных ландшафтов в большей степени уязвимы по отношению к инвазии склоны озерных котловин, луга и окраины лесных массивов.

**Заключение.** Формальный учет мест произрастания и недостаточный контроль над выполнением мероприятий по ограничению численности борщевика вызвали взрывной рост числа колоний и площади распространения инвазии. В 3 раза увеличилось число землепользователей и в сотни раз количество мест произрастания.

Антропогенные факторы являются ведущими в распространении инвазии борщевика. Среди естественных ландшафтов наиболее подвержены вторжению борщевика луга, окраины лесных массивов и озерные котловины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кудинов, М.А. Интродукция борщевиков в Белоруссии / М.А. Кудинов, А.Е. Касач, И.И. Чекалинская, В.В. Черник, А.К. Чурилов. – Минск: Наука и техника, 1980. – 200 с.
2. Вавилов, П.П. Новые кормовые растения / П.П. Вавилов. – М.: Наука, 1972. – 157 с.
3. Сациперова, И.Ф. Борщевик флоры СССР – новые кормовые растения: перспективы использования в народном хозяйстве / И.Ф. Сациперова. – Л.: Наука, 1984. – 218 с.
4. Медведев, И.В. Рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского / И.В. Медведев, С.Л. Сметанников. – Вологда, 1981. – 40 с.
5. Нильсон, Ш. Практическое пособие по борьбе с гигантскими борщевиками (на основе европейского опыта по борьбе с инвазивными сорняками) / ред.: Ш. Нильсон, Г. Равн, В. Нентвиг, М. Вейд. – Hoersholm: Forest & Landscape Denmark, 2005. – 44 с.
6. Методические рекомендации по борьбе с неконтролируемым распространением борщевика Сосновского / сост.: Н.В. Дальке, И.Ф. Чадин. – Сыктывкар, 2008. – 28 с.
7. Дальке, И.В. Борщевик Сосновского – инвазивный вид в агроклиматической зоне Республики Коми / И.В. Дальке, И.Ф. Чадин, И.Г. Захой, Р.В. Малышев, Т.К. Головки // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 22–26 окт. 2012 г. // Сб. науч. работ под ред. В.И. Парфенова. – Минск: Минсктиппроект, 2012. – С. 440–443.
8. Ламан, Н.А. Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси / Н.А. Ламан, В.Н. Прохоров, О.М. Масловский. – Минск, 2009. – 40 с.
9. Положение о порядке проведения мероприятий по регулированию распространения и численности видов растений, распространение и численность которых подлежат регулированию: постановление Совета Министров Респ. Беларусь № 1002 от 7 дек. 2016. – Минск, 2016.

## REFERENCES

1. Kudinov M.A., Kasach A.E., Chekalinskaya I.I., Chernik V.V., Churilov A.K. *Introduktsiya borshchevikov v Belorussii* [Hogweed Introduction in Belarus], Minsk, Nauka i tekhnika, 1980, 200 p.
2. Vavilov P.P. *Noviye kormoviye rasteniya* [New Forage Plants], M., Nauka, 1972, 157 p.
3. Satsiperova I.F. *Borshcheviki flori SSSR – noviye kormoviye rasteniya: perspective ispolzovaniya v narodnom khoziaistve* [Hogweed of the USSR Flora – New Forage Plants: Prospects of Using in Economy], L., Nauka, 1984, 218 p.
4. Medvedev I.V., Smetannikov S.L. *Rekomendatsii po borbe s borshchevikom Sosnovskogo* [Guidelines on Fighting Hogweed], Vologda, 1981, 40 p.
5. Nilson Sh., Ravn H., Nentvig V., Weid M. *Prakticheskoye posobiye po borbe s gigantskimi borshchevikami (na osnove yevropeiskogo opyta po borbe s invazivnymi sorniakami)* [Practice Book on Fighting Gigantic Hogweed (European Experience of Fighting Invasive Weed)], Hoersholm, Forest & Landscape Denmark, 2005. 44 p.
6. Dalke N.V., Chadin I.F. *Metodicheskiye rekomendatsii po borbe s nekontroliruyemyim rasprostraneniym borshchevika Sosnovskogo* [Guidelines on Fighting Uncontrolled Spread of hogweed], Syktyvkar, 2008, 28 p.
7. Dalke N.V., Chadin I.F., Zakhozhiy I.G., Malyshev R.V., Golovko T.K. *Problemi sokhraneniya biologicheskogo raznoobraziya i ispolzovaniya biologicheskikh resursov: materialy II-I mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Minsk, 22–26 oktyabrya 2012 g. Sb. nauchnykh rabot* [Issues of Preservation of Biological Diversity and Use of Biological Resources: Proceedings of the Second International Scientific and practical Conference, Minsk, October 22–26, 2012, Collection of Works], Minsk, Minsktipproyekt, 2012, pp. 440–443.
8. Laman N.A., Prokhorov V.N., Maslovski O.M. *Gigantskiye borshcheviki – opasniye invazivniye vidy dlia prirodnikh kompleksov i naseleniya Belarusi* [Gigantic Hogweed – Dangerous Invasive Species for Nature Complexes and Population of Belarus], V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of NASc of Belarus, Minsk, 2009, 40 p.
9. *Polozheniye o poriadke provedeniya meropriyatii po regulirovaniyu rasprostraneniya i chislennosti vidov rastenii, rasprostraneniye i chislennost kotorykh podlezhat regulirovaniyu Postanovleniyem Soveta Ministrov Respubliki Belarus No 1002 ot 07 dekabrya 2016* [Regulation on the Order of Events to Control the Spread and the Number of Species of Plants, the Spreading and the Number of which must be Regulated by December 7, 2016 No 1002 Council of Ministers of the Republic of Belarus Decree].

Поступила в редакцию 27.07.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: yura-v@tut.by – Высоцкий Ю.И.



# ПЕДАГОГІКА

УДК 378.147:811.111:339

## Методически грамотная модель преподавания делового английского языка как фактор повышения конкурентоспособности белорусского бизнеса на международной арене

П.Н. Резько

Учреждение образования

«Брестский государственный технический университет»

*В статье рассматриваются различия между деловым и бизнес английским, терминология и задачи данных курсов, недостатки современной модели и пути ее улучшения. Особое внимание автор уделяет межкультурному контексту коммуникации, методике обучения тактике и стратегии переговоров с англоязычными партнерами для достижения поставленных перед белорусскими компаниями задач.*

*Цель статьи – построить методически грамотную модель преподавания делового английского языка как фактора повышения конкурентоспособности белорусского бизнеса на международной арене, для улучшения преподавания делового и бизнес английского студентам экономических специальностей отечественных вузов.*

**Материал и методы.** *Апробация результатов исследования проводилась в процессе обучения студентов второго курса экономического факультета УО «БрГТУ» по дисциплине «Деловой иностранный язык» в 2016–2018 гг. В анкетировании приняли участие 126 студентов. В работе использовалась совокупность теоретических и эмпирических методов исследования: теоретический анализ и синтез эмпирических данных, анкетирование, интервьюирование, обобщение педагогического опыта, тестирование, педагогический эксперимент.*

**Результаты и их обсуждение.** *В статье проведен всесторонний анализ недостатков современной модели преподавания делового иностранного языка, в частности в большинстве вузов стран СНГ не учат переговорной тактике и стратегии, как корректно перебивать партнера, чтобы не дать ему продавить нас по условиям поставки или оплаты. Рассматривается специфика метода контрольных вопросов применительно к бизнес английскому и подчеркивается, что эффективность данного метода зависит не только от уровня профессиональной подготовки специалиста, но и от его знаний и умения владеть закономерностями речевого поведения. Особое внимание необходимо уделять межкультурному контексту коммуникации, игнорирование которого может привести к серьезным финансовым потерям белорусских компаний.*

**Заключение.** *Ключевой особенностью делового английского языка является то, что это многогранное явление и, как таковое, оно требует решения на комплексной основе. Поэтому необходимо участие в составлении учебных программ по деловому и бизнес английскому не только лингвистов, но и специалистов по психолингвистике, нейролингвистике, экономистов и бизнес-тренеров, что, в свою очередь, позволит построить методически грамотную модель преподавания делового английского языка, которая будет служить цели повышения конкурентоспособности белорусского бизнеса на международной арене.*

**Ключевые слова:** *бизнес-контекст, деловое общение, межкультурный контекст коммуникации, слэнг, коммуникант, методика преподавания, метод контрольных вопросов, разговорный английский, кросс-культурное сознание, стратегия и тактика переговорного процесса.*

# Methodologically Literate Model of Teaching Business English as a Factor of Increasing the Competitiveness of Belarusian Business in the International Affairs

P.N. Rezko

*Educational Establishment «Brest State Technical University»*

*The article explores the terminology, aims and tasks of Business English. The author examines disadvantages and shortcomings of the current national model of teaching Business English and shows ways to improve it. The author pays special attention to the multicultural context of communication, as well as to methods of teaching tactics and strategies of negotiations with English-speaking partners in order to achieve goals set for Belarusian companies.*

*The aim of the paper is to develop methodologically literate model of teaching Business English as a factor of increasing the competitiveness of Belarusian business in the international affairs and to improve Business English teaching strategies at Belarusian universities.*

**Material and methods.** *Approbation of the research findings was carried out in teaching Business English for second year students of Economics Faculty at Brest State Technical University in 2016–2018. 126 students were examined. The paper combined a set of theoretical and empirical research methods: theoretical analysis and synthesis of empirical data, questioning, interviewing, generalization of pedagogical experience, testing, and a pedagogical experiment.*

**Findings and their discussion.** *The article contains a comprehensive analysis of the modern model of teaching Business English and its shortcomings. The majority of CIS countries universities do not teach negotiating tactics and strategies, for example how to correctly interrupt partners with the aim not to allow them to press us under the terms of delivery or payment. The article also examines the specifics of control questions method applied to Business English. The author emphasizes that the effectiveness of this method depends not only on the level of professional training but also on knowledge and ability to master the patterns of speech behavior. Particular attention should be paid to the multicultural context of communication, as its ignoring could lead Belarusian companies to serious financial losses.*

**Conclusion.** *A key feature of Business English is its multifaceted character that is why it demands integrated basis solution. Therefore, it is necessary to collaborate not only with specialists in linguistics but also with psycholinguists, neurolinguists, economists, and business coaches in the development of Business English training programs with the aim to develop methodologically literate model of teaching Business English as a factor of increasing the competitiveness of Belarusian business in the international affairs.*

**Key words:** *business context, business communication, multicultural context of communication, slang, communicant, teaching methods, control questions method, spoken English, cross-cultural consciousness, strategies and tactics of the negotiation process.*

**Б**изнес – это жесткая и конкурентная среда, которая не прощает ошибок, поэтому на современном этапе своего развития рынок труда требует от людей, желающих сделать карьеру в сфере бизнеса, экономики и финансов, знаний и навыков, часто весьма далеких от стандартного знания иностранного языка. Это не только проведение телефонных бесед и составление деловых писем, но и многое другое. Для решения данной задачи в большинстве экономических вузов обучение будущих специалистов в сфере бизнеса, экономики и финансов иностранному языку базируется на двух ключевых элементах: базовом курсе и деловом иностранном языке.

Цель статьи – построить методически грамотную модель преподавания делового английского языка как фактора повышения конкурентоспособности белорусского бизнеса на международной арене, для улучшения преподавания делового и бизнес английского студентам экономических специальностей отечественных вузов.

**Материал и методы.** Апробация результатов исследования проводилась в процессе обучения студентов второго курса экономического факультета УО «БрГТУ» по дисциплине «Деловой иностранный язык» в 2016–2018 гг. В анкетировании приняли участие 126 студентов. В работе использовались совокупность теоретических и эмпирических методов исследования: теоретический анализ и синтез эмпирических данных, анкетирование, интервьюирование, обобщение педагогического опыта, тестирование, педагогический эксперимент.

**Результаты и их обсуждение.** Часто преподаватели иностранного языка чувствуют себя неуютно перед перспективой обучения его деловому варианту. В первую очередь, это связано с тем, что преподавание делового английского – в определенной мере преподавание основ введения бизнеса

в англоязычной среде. Хотя фактически оно сводится к улучшению знаний английского языка с целью его применения в бизнес-контексте. Перед тем как построить методически грамотную модель преподавания делового английского, нужно определиться с задачами курса и его терминологией. На современном этапе в методике преподавания сформировался терминологический ряд для обозначения схожих понятий: деловое общение, профессиональное общение и бизнес английский. При обучении иностранному языку деловое общение рассматривается как набор речевых единиц, используемых в процессе бизнес-коммуникации, при этом изучаются тексты и диалоги стандартного характера по нижеследующей тематике: знакомство, собеседование при приеме на работу, обсуждение будущего сотрудничества; также усваиваются правила ведения деловой корреспонденции [1, с. 15].

По мнению Э.Г. Азимова и А.П. Щукина, «деловое общение – это вид общения, целью которого является коммерческая и некоммерческая деятельность (обмен продуктами материального, интеллектуального характера и др.), в ходе которого, каждый из коммуникантов стремится решить, прежде всего, актуальные для своей профессии задачи» [2, с. 57]. Одновременно специфика данного вида коммуникации вынуждает его участников переходить на профессиональный язык, не зависящий от страны проживания коммуниканта [3, с. 171]. Приведенное определение является более лингвистическим, чем методическим, поскольку оно делает акцент на семантической близости понятий: обучение деловому и разговорному иностранному языку. Однако в ситуации обучения иностранному языку студентов экономических специальностей подобные словосочетания возможно рассматривать как идентичные.

Понятие «деловая сфера общения» является очень широким, постоянно требующим детализации и конкретизации в контекстных условиях. Высокая степень социальной направленности упомянутого вида коммуникаций побуждает к обязательности их регламентации [4, с. 68].

В то же время надо учитывать межкультурный контекст коммуникации. Игнорирование данного аспекта приводит не только к курьезным ситуациям, но и серьезным финансовым потерям. В истории рекламных компаний был случай, когда корпорация «Coca-Cola» вышла на рынок Китая со своим товаром. Соответственно, ей пришлось сделать перевод названия компании на родной язык клиентов целевого рынка. Однако, естественно, полного сходства добиться не удалось, и название по-китайски произносилось как «Кекен-Ки-Ла». Поскольку в китайском каждый иероглиф имеет свой смысл, то данное словосочетание имело перевод: «Набитая воском лошадь». Это побудило корпорацию подобрать более точное и корректное название. После анализа сотен словосочетаний выбор пал на транслитерацию «KeKey-KeLe» (в переводе «Полный рот радости»). Поскольку название автомобильной марки «Жигули» схоже с итальянским словом *gigolo* (итал. сутенер), данный автомобиль приобрел экспортное название – «Lada». Российский футбольный клуб «Факел», когда начал выступать в Кубке УЕФА, был переименован в «Воронеж», что вызвало бурю возмущения среди его фанатов, привыкших к старому названию.

Фирма «Clairol» начала продажи в ФРГ дезодоранта «Mist Stick» (англ. туманный дезодорант). В немецком же языке английское слово *Mist*, обозначающее туман, имеет совершенно другое значение: «дерьмо». Концерн «General Motors» провалился с продажами модели Chevrolet Nova в латиноамериканском регионе, поскольку «Nova» переводится с испанского как «не едет, не движется». Авиакомпания American Airlines оборудовала свои лайнеры сиденьями из кожи и запустила рекламную кампанию под слоганом «Fly in Leather», т.е. «Летай в Коже!». При дословном переводе на испанский данное словосочетание звучало как: «Летай раздетым!» [5, с. 84]. А на бортах российской авиакомпании «КрасАэро» вместо старого KrasAir (звучит как *crash + air*, т.е. авиакатастрофа) пишут полное название Krasnoyarsk Airlines.

Выводом из вышеприведенных примеров могут быть соображения о способах оптимизации межкультурной коммуникации. Так, следует составить два рода списков. В перечень первого будут входить фонетические и лексические комбинации, не рекомендуемые для общения на родном языке в присутствии носителей иного языка. В перечень второго необходимо включить фонетические и лексические комбинации, имеющие в иностранном языке одно значение, а в родном – смешное, вульгарное, глупое

или неприличное. Таким образом, подготовка личности к межкультурной коммуникации подразумевает анализ правил речевого взаимодействия, приемлемых в изучаемой культуре.

Также необходимо обучать использованию слэнга и умению подобрать корректную ненормативную лексику. В качестве примера в 2006 г. пара ученых зачитала двум группам абсолютно одинаковую речь, но в одной из них использовала бранное выражение – обычное «Черт возьми!», и слушатели сказали, что легкая ругань делала речь более убедительной и вызывала больше доверия. Таким образом, стираются некоторые барьеры между оппонентами, делая общение более личным. Отметим, что эффективное взаимопонимание с иноязычным коммуникантом может быть достигнуто лишь тогда, когда собеседник имеет представление о видении картины мира носителем другой культуры. Для этого будущих специалистов в сфере бизнеса, экономики и финансов необходимо обучать работе с разными коммуникантами. Особое внимание следует уделить обучению языковых и психологических средств, чтобы при переговорах с иностранными партнерами белорусские выпускники умели выбирать поведенческие стили, наиболее подходящие ситуации. Выбранный стиль должен быть, с одной стороны, узнаваемым и приемлемым, с другой – он должен учитывать национальные белорусские культурные особенности.

Особое значение в методике обучения деловому английскому языку уделяется методу контрольных вопросов. На эффективность данного метода влияет не только уровень языковых и психолого-педагогических компетенций преподавателя, но и уровень его мастерства в области межкультурной коммуникации, знаний в области поведенческой психологии, умений в области грамотного построения вопросительных предложений. В речи чаще всего используются одно- и двухкомпонентные структуры вопросов. Вопросы первого типа обычно начинаются с непосредственной формулировки вопроса или отсылки к более глубокой проблематике, с применением выражений *говоря о ..., что касается ..., поскольку разговор проходит о ..., учитывая ситуацию...*. Часто тематика проблемы уточняется посредством определений, в том числе с помощью местоимений. Вопросы второго типа используются в ситуациях, когда проблематика беседы остается не проясненной по каким-то обстоятельствам. В данной ситуации в начале вопросительного предложения мы обращаемся к словам собеседника или к знакомой обеим сторонам информации: *всем известно, что ..., как уже говорилось ..., как вы правильно подметили...* (акцент на нужной нам информации...), а далее задается нужный нам вопрос. В подобном контексте возможно использование как простого прошедшего, так и перфектного настоящего времени [6, с. 22]. Эта технология особо будет эффективна в ситуациях при кейс-обучении, ролевых и деловых играх, и обязательно должна строиться в форме диалогической речи и разбора конкретных профессиональных ситуаций. Применение упомянутого подхода в обучении позволяет сделать процесс обучения максимально интенсивным, эффективным и целенаправленным, поскольку появляется системность в усвоении как профессиональных навыков, так и языковых, а сам процесс усвоения бизнес английского становится целью профессионального обучения для будущих специалистов в сфере бизнеса, экономики и финансов.

Говоря об отличии бизнес английского от делового английского для неэкономических специальностей, отметим, что второй предполагает изучение этикетных форм общения, некоторых стилистических особенностей письменной деловой речи, что, в свою очередь, находит свое отражение в стремлении пишущего к максимально строгому и сдержанному характеру изложения, а тем самым и в стремлении к использованию стилистически нейтральных элементов языка. Бизнес английский всегда носит социальный и ролевой характер. Он способствует изучению ситуаций, возникающих в процессе ведения переговоров, решения проблем и задач. Поэтому методика преподавания бизнес английского предполагает системное и последовательное моделирование ситуаций будущей профессиональной деятельности, их предметного и социального контекстов. Бизнес английский включает в себя различные элементы, помимо собственно профессиональных и языковых компетенций: межкультурные и коммуникативные компетенции, навыки построения переговорного процесса, знания в сфере психологии, навыки решения проблем и навыки принятия решений [7].



Начинать обучение тактике и стратегии переговоров можно с социально-бытовых ситуаций, ведь мы ведем переговоры повсеместно: на работе, дома, в магазине, на рынке, в обсуждении планов на выходные с друзьями. Но особую ценность навык переговоров приобретает в бизнес-сфере, так как в этом случае успех или неуспех умения договариваться выражается просто и ясно: в денежном эквиваленте. Знание только профессиональной и деловой терминологии вряд ли поможет будущим специалистам в стандартных переговорных ситуациях. Им необходимо понимать, с какими задачами они столкнутся в своей профессиональной деятельности. Помимо обыденной работы с документами, им придется в будущем в более чем 90% случаев иметь дело с B2B, т.е. ведением переговоров со своими партнерами из-за рубежа. В таком случае важно научить не просто стандартной отсылке запросов, рекламаций и ответов на коммерческое предложение, а умению добиваться в переговорах поставленных целей, то есть умению заставлять своих оппонентов, за плечами которых часто богатый переговорный опыт, принимать условия белорусских компаний, навыкам правильного использования межкультурной специфики партнеров при манипуляции, ибо любые переговоры – это манипуляции. То, что необходимо будущим специалистам в сфере бизнеса, экономики и финансов, – это коммуникативная компетенция, т.е. умение достигать цели коммуникации. Для этого потребуется:

- качественное владение разговорным и письменным английским языком, понимание его грамматической структуры, хороших слуховых навыков, владение общей и специализированной лексикой в области экономики и бизнеса;
- овладение навыками в области делового общения, стратегии и тактики переговорных процессов (по телефону, онлайн, тет-а-тет, на групповых переговорах и презентациях);
- понимание законов бизнеса и делового мира, знания в области экономики и психологии, включая познания в сфере кросс-культурного сознания (переговоры с партнерами из Европы, США, арабских стран требуют абсолютно разного подхода, впрочем, как и переговоры с бизнесменами из Киева, Москвы или Грозного отличны по своей структуре);
- овладение управленческими навыками для решения проблем и принятия решений.

Таким образом, то, что мы понимаем под «бизнес английским», – это английский, служащий целям эффективной коммуникации в разнообразных ситуациях делового общения. Данное определение делает акцент на необходимости изучения полного спектра всех актуальных проблем, среди которых терминология представляет собой только незначительную часть, поэтому лишь многомерный подход позволит разрешить проблемы, стоящие перед методикой преподавания деловому английскому. Для решения поставленной задачи нужно в деловых и ролевых играх моделировать переговорные ситуации, учить студентов правильно использовать модальные слова, ибо структура речевых паттернов в англоязычном НЛП абсолютно отлична от русскоязычного.

У нас, не только в Республике Беларусь, но и, наверное, в большинстве вузов стран СНГ, не учат, как правильно вести жесткие переговоры, как умело использовать «фокусы языка», переопределения, как корректно перебивать партнера, чтобы не дать ему продавить нас по условиям поставки или оплаты. Таким образом, в процессе обучения деловому и бизнес английскому языку, помимо лексики, следует обучать студентов межкультурной коммуникации с учетом этноконфессиональной специфики возможных партнеров, в том числе в жестком формате, поскольку процесс коммуникации представляет собой сочетание языковых, психологических, социальных и прагматических параметров.

**Заключение.** Ключевой особенностью делового английского языка является то, что это многогранное явление и, как таковое, оно требует решения на комплексной основе. Поэтому необходимо участие в составлении учебных программ по деловому и бизнес английскому не только лингвистов, но и специалистов по психолингвистике, нейролингвистике, экономистов и бизнес-тренеров, что, в свою очередь, позволит построить методически грамотную модель преподавания делового английского языка, которая будет служить цели повышения конкурентоспособности белорусского бизнеса на международной арене.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Литвинов, А.В. Лингводидактическая интерпретация понятия «деловое общение» / А.В. Литвинов // Английский язык делового общения в странах СНГ: материалы междунар. науч.-практ. конф., Москва, 23–25 янв. 2003 г. / РУДН. – М., 2003. – С. 12–20.
2. Деловое общение. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам) / сост. Э.Г. Азимов, А.Н. Щукин. – М.: Издательство ИКАР, 2009. – 448 с.
3. Культура русской речи: учебник для вузов / под ред. проф. Л.К. Граудиной и проф. Е.Н. Ширяева. – М.: Издательская группа НОРМА-ИНФРА М, 1999. – 560 с.
4. Скалкин, В.Л. Основы обучения устной иноязычной речи / В.Л. Скалкин. – М.: Русский язык, 1981. – 246 с.
5. Joe W. Neal. The Peculiarities of Geography: Latin America In Annals of the American Academy of Political and Social Science / W. Neal Joe // The Rising Demand for International Education. – 1961. – Vol. 335. – PP. 81–88.
6. Кокорева, О.В. Метод контрольных вопросов в деловом общении / О.В. Кокорева // Актуальные проблемы иностранного языка делового и профессионального общения: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 26–27 янв. 2006 г. / РУДН. – М., 2006. – С. 21–24.
7. Прус, Л.В. Современные тенденции и проблемы в области преподавания «делового английского языка» [Электронный ресурс] / Л.В. Прус. – Режим доступа: [http://www.rusnauka.com/4\\_SND\\_2014/Pedagogica/5\\_158265.doc.htm](http://www.rusnauka.com/4_SND_2014/Pedagogica/5_158265.doc.htm). – Дата доступа: 17.05.2015.

## REFERENCES

1. Litvinov A.V. *Angliiski yazyk delovogo obsjcheniya v stranakh SNG. Materiali Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf., Moskva 23–25 yanvaria 2003 g. RUDN* [Business English in CIS Countries, Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Moscow, January 23–25, 2003, RUPF], Moscow, 2003, pp. 12–20.
2. Azimov E.G., Shchukin A.N. *Delovoye obshcheniye. Novii slovar metodicheskikh terminov i poniatii (teoriya i praktika obucheniya yazykam)* [Business Communication. New Dictionary of Methodological Terms and Notions (Theory and Practice of Language Teaching)], M., Izdatelstvo IKAR, 2009, 448 p.
3. Graudina L.K., Shiriayev E.N. *Kultura russkoi rechi. Uchebnik dlia vuzov* [Culture of Russian Speech. University Textbook], M., Izdatelskaya gruppa NORMA-INFRA M, 1999, 560 p.
4. Skalkin V.L. *Osnovi obucheniya ustnoi inoyazychnoi rechi* [Bases of Oral Foreign Speech Teaching], M., Russki yazyk, 1981, 246 p.
5. Joe W. Neal. The Peculiarities of Geography: Latin America In Annals of the American Academy of Political and Social Science / W. Neal Joe // Vol. 335, The Rising Demand for International Education (May, 1961). – PP. 81–88.
6. Kokoreva O.V. *Aktualniye problemi inostrannogo yazyka delovogo i professionalnogo obshcheniya, materialy II Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf., Moskva 26–27 yanvaria 2006 g., RUDN* [Current Issues of Foreign Language of Business and Professional Communication, Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Scientific and Practical Conference, Moscow, January 26–27, 2006, RUPF], Moscow, 2006, pp. 21–24.
7. Prus L.V. *Sovremennyye tendentsii i problemi v oblasti prepodavaniya delovogo angliiskogo yazyka* [Current Tendencies and Issues in the Field of Business English Teaching], Available at: [http://www.rusnauka.com/4\\_SND\\_2014/Pedagogica/5\\_158265.doc.htm](http://www.rusnauka.com/4_SND_2014/Pedagogica/5_158265.doc.htm). – Accessed: 17.05.2015.

Поступила в редакцию 18.04.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: [peterrezko77@mail.com](mailto:peterrezko77@mail.com) – Резько П.Н.

УДК 364:316.64:378.1(476.5)

# Дыягнаставанне ступені этнічнасці будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы як перадумовы іх паспяховай прафесійнай дзейнасці (на прыкладзе Віцебскага рэгіёна)

А.Л. Міхайлава

*Установа адукацыі “Беларускі дзяржаўны педагогічны ўніверсітэт імя Максіма Танка”*

Прафесійная дзейнасць спецыялістаў сацыяльнай сферы, непасрэдна звязаная з аказаннем сацыяльна значных паслуг, вымагае іх кантактаваць з прадстаўнікамі розных этнічных груп. Паспяховасць іх дзейнасці будзе залежыць не толькі ад узроўню прафесіяналізму, але і ад ступені ўласнай этнічнасці, што развівалася з маленства ва ўмовах мікрасоцыуму. Ступень развіцця этнічнасці дазволіць спецыялістам сацыяльнай сферы паспяхова працаваць ва ўмовах поліэтнічнага соцыуму.

Мэта артыкула – вызначыць ступень этнічнасці будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы, якія навучаюцца па спецыяльнасцях “Сацыяльная педагогіка” і “Сацыяльная работа”.

**Матэрыял і метады.** Вызначэнне ступені этнічнасці будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы праводзілася на факультэце сацыяльнай педагогікі і псіхалогіі Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя П.М. Машэрава пры дапамозе аўтарскага дыягнастычнага інструментарыю. Рэспандэнтамі з’явіліся студэнты, якія навучаюцца вочна па спецыяльнасцях “Сацыяльная педагогіка” і “Сацыяльная работа” ў колькасці 120 чалавек.

**Вынікі і іх абмеркаванне.** Этнічнасць асобы паказвае яе прыналежнасць да пэўнай этнічнай групы або супольнасці праз сукупнасць такіх характарыстык, як успрыняцце сябе ў якасці прадстаўніка этнічнай групы і ўсведамленне сваёй адметнасці, наяўнасць пераемнай сувязі паміж пакаленнямі сваякоў, веданне і выкарыстанне этнапедагагічных сродкаў выхавання. Пры дапамозе распрацаванага тэста-апытальніка намі была вызначана агульная ступень этнічнасці будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы, а таксама праведзены індывідуальны аналіз па вышэйзгаданых этнадыферэнцыяльных прыкметах. Зыходзячы з вынікаў дыягнаставання студэнтаў, што навучаюцца па спецыяльнасцях “Сацыяльная педагогіка” і “Сацыяльная работа”, нізкі ўзровень этнічнасці назіраецца ў 8% рэспандэнтаў, сярэдні – у 62%, высокі – у 30%.

**Заклучэнне.** Трэцяя частка студэнтаў, валодаючы высокім узроўнем этнічнасці, практычна гатовая да работы ў полікультурным соцыуме. Аднак большасці студэнтаў неабходна павышаць ступень уласнай этнічнасці ва ўмовах ВНУ, што вымагае распрацоўку і апрацаванне спецыяльнага курса.

**Ключавыя словы:** этнічнасць, дыягнаставанне ступені этнічнасці, спецыяліст сацыяльнай сферы, прафесійныя кампетэнцыі.

## Diagnosis of the Degree of Ethnicity of Would-be Social Sphere Specialists as a Prerequisite for their Successful Professional Activity (on the Example of Vitebsk Region)

A.L. Mikhailova

*Educational Establishment “Belarusian State Pedagogical Maxim Tank University”*

The professional activities of specialists in social sphere, which are directly related to the provision of socially important services, mean their contact with representatives of different ethnic groups. The success of their activities will depend not only on the level of professionalism, but also on the degree of their own ethnicity, which developed from childhood in the microsocium. The degree of ethnicity development will allow specialists in social sphere to work successfully in a multicultural society.

The purpose of the article is to determine the degree of ethnicity of would-be specialists in social sphere, who major in Social Education and Social Work.

**Material and methods.** The identification of the degree of ethnicity of would-be specialists in social sphere was held at the Faculty of Social Education and Psychology of Vitebsk State P.M. Masherov University with the help of the author's diagnostic tools. The respondents were 120 full-time students who major in Social Education and Social Work.

**Findings and their discussion.** The ethnicity of a person shows their belonging to a certain ethnic group or community through a set of characteristics such as the idea of oneself as a representative of an ethnic group and the awareness of one's own characteristics, the existence of a successive link between generations of relatives, knowledge and the use of ethnopedagogical means of education. With the help of the developed test-questionnaire we identified the overall degree of ethnicity of would-be specialists in social sphere and also conducted an individual analysis according to the aforementioned ethnodifferential characteristics. Based on the results of the diagnosis of students majoring in Social Education and Social Work, the low level of ethnicity is observed in 8% of respondents, the average – in 62%, the high – in 30% of respondents.

**Conclusion.** This means that the third part of the students, having high level of ethnicity, is almost ready to work in a multicultural society. However, most students need to increase the degree of their ethnicity at the University, which involves the development and testing of a special course.

**Key words:** ethnicity, diagnosing the degree of ethnicity, specialists in social sphere, professional competences.

На сённяшнім этапе развіцця грамадства надзвычай важнае значэнне набывае працэс стварэння спрыяльных умоў адукацыі будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы з улікам полікультурнай прасторы свайго рэгіёна. Зварот да разгляду полікультурнага асяроддзя ВНУ ў кантэксце фарміравання прафесійных кампетэнцый будучых спецыялістаў з акцэнтам на рэгіянальную спецыфіку становіцца ў разрад прыярытэтных накірункаў развіцця сучаснай адукацыі. Аднак, нягледзячы на пэўныя дасягненні ў дадзеным аспекце прафесійнай падрыхтоўкі будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы, у вырашэнні гэтай праблемы маецца шэраг аб'ектыўных супярэчнасцей: паміж сацыяльным і дзяржаўным заказам на самаразвіццё, творчую і прафесійную самараэалізацыю выпускнікоў ВНУ і недастатковай распрацаванасцю канцэптуальных асноў станаўлення будучага спецыяліста для работы ва ўмовах полікультурнага соцыуму, а таксама несістэмнай практыкай стварэння неабходных і дастатковых умоў для індывідуалізацыі працэсу прафесійнай падрыхтоўкі будучых спецыялістаў з улікам іх этнічнай або нацыянальнай прыналежнасці; паміж патрабаваннем гарманічнага развіцця кампанентаў полікультурнага асяроддзя, у якім функцыянуе складанаарганізаваная сістэма ВНУ, і фрагментарным, падчас стыхійным, падыходам да яго стварэння ў рэгіёне альбо, наогул, падтрымка працэсаў глабалізацыі; паміж актуальнасцю праблемы ацэнкі якасці прафесійнай падрыхтоўкі спецыялістаў сацыяльнай сферы для работы ў полікультурнай прасторы рэгіёна і адсутнасцю яе навуковай, метадычнай і дыягнастычнай распрацаванасці.

Ва ўмовах полікультурнай прасторы і сучаснага стану сацыяльна-культурнай, сацыяльна-педагагічнай і сацыяльна-эканамічнай сітуацыі, што характарызуе сацыяльна-ізаляцый, маргіналізаванасцю і недастатковай адаптаванасцю пэўных сацыяльна-дэмаграфічных груп насельніцтва да новых сацыяльна-культурных каштоўнасцей, узнікае вострая патрэба падрыхтоўкі спецыялістаў сацыяльнай сферы, здольных не толькі прафесійна вырашаць многія сацыяльныя праблемы прадстаўнікоў розных этнічных груп і народаў, але і паспяхова камунікаваць і знаходзіць агульную мову з імі. Этнічнасць будучага спецыяліста сацыяльнай сферы, што развівалася ва ўмовах пэўнай сацыяльна-культурнай прасторы, у сямейным і грамадскім выхаванні, праходзіла сваё станаўленне падчас атрымання асобай прафесійнай адукацыі ва ўзаемадзеянні паміж студэнтамі – прадстаўнікамі розных этнічных груп, носьбітамі пэўных сацыяльна-культурных каштоўнасцей і ідэалаў, у выхаваўчай рабоце факультэта, падчас вучэбных і вытворчых практык, а таксама валанцёрскай дзейнасці, становіцца значным прафесійным інструментам у міжкультурнай камунікацыі.

Такім чынам, мэта нашага даследавання заключаецца ў вызначэнні ступені этнічнасці будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы, якія навучаюцца па спецыяльнасцях “Сацыяльная педагогіка” і “Сацыяльная работа (сацыяльна-псіхалагічная дзейнасць)”. Гэта ў перспектыве дазволіць вызначыць магчымасці фарміравання прафесійных кампетэнцый будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы для паспяховай прафесійнай дзейнасці ў полікультурнай прасторы рэгіёна.

**Матэрыял і метады.** Намі быў распрацаваны тэст-апытальнік ступені этнічнасці асобы для экспрэс-дыягностыкі прыналежнасці асобы да свайго народа або этнічнай групы. Ён прадстаўляе сабой аднамерную шкалу, што складаецца з 20 пытанняў, якія адносяцца да розных сфер: успрыняцце сябе ў якасці прадстаўніка этнічнай групы або народа; наяўнасць пераемнай сувязі паміж пакаленнямі свая-

коў; веданне этнапедагагічных сродкаў выхавання і ступень авалодання імі. Магчымы дыяпазон тэставага бала – ад 0 да 40 балаў: сума ад 0 да 15 балаў вызначае нізкую ступень этнічнасці асобы; ад 16 да 29 балаў паказвае сярэднюю ступень этнічнасці асобы; сума ад 30 да 40 балаў характэрна для высокай ступені этнічнасці асобы.

**Вынікі і іх абмеркаванне.** Фарміраванне паняцця “этнічнасць” пачалося ў 60-я гады XX стагоддзя ў перыяд ўзмацнення руху этнічных меншасцей за свае правы ў прамыслова развітых краінах. Тэарэтычнае асэнсаванне дадзенага тэрміна ў навуковых працах прывяло да ўзнікнення наступных падыходаў у разуменні этнічнасці: эсэнцыялісцкі – прадугледжвае этнічную ідэнтыфікацыю асобы, заснаваную на глыбокіх сувязях з пэўнай этнічнай групай або культурай (Ю.У. Брамлей, Н. Глейзер, Л.М. Гумілёў, Э. Сапір); інструменталісцкі – паказвае пэўную мабілізацыю і стаўленне этнічнасці як унутры групы, так і па-за яе межамі (Д.Л. Гаравіц); канструктывісцкі – разглядае этнічнасць у сістэме сацыяльных дыспазіцый, на розных узроўнях і кантэкстуальнай накіраванасці (Ф. Барт, І. Валерстайн). Вышэйзгаданыя падыходы да разумення этнічнасці не з’яўляюцца ўзаемавыключальнымі, таму мы аб’ядналі іх і вылучылі агульныя інтэграцыйныя рысы. Гэта дазволіла прапанаваць свой абагульнены падыход да разумення тэрміна “этнічнасць” і яго зместавых характарыстык. Этнічнасць асобы паказвае яе прыналежнасць да пэўнай этнічнай групы або супольнасці праз сукупнасць наступных характарыстык: успрыняцце сябе ў якасці прадстаўніка этнічнай групы і ўсведамленне сваёй адметнасці; наяўнасць пераемнай сувязі паміж пакаленнямі сваякоў, што з’яўляецца асновай для развіцця этнічнасці; уяўленні аб радзіме, духоўных каштоўнасцях, ідэалах і іх рэтрансляцыі праз веданне і выкарыстанне этнапедагагічных сродкаў выхавання.

У экспрэс-дыягностыцы ступені этнічнасці прымалі ўдзел 120 студэнтаў з першага па выпускны курс ва ўзросце 17–24 гадоў, з якіх 107 дзяўчат і 13 юнакоў, што навучаюцца на дзённым аддзяленні па спецыяльнасцях “Сацыяльная педагогіка” і “Сацыяльная работа (сацыяльна-псіхалагічная дзейнасць)” ва ўстанове адукацыі “Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П.М. Машэрава”.

Адносна наяўнасці **пераемнай сувязі паміж пакаленнямі** ў сямействах выпускнікоў варта адзначыць, што для пераважнай большасці студэнтаў ўласны радавод завяршаецца пакаленнем бабуль і дзядуль – вынікі даследавання паказалі, што свой радавод складалі і добра ведаюць 23% студэнтаў, ведаюць часткова, толькі да пакалення сваіх бабуль і дзядуль, 72% будучых спецыялістаў, не цікавіліся ім 4% студэнтаў. Да меркавання старэйшага пакалення, сваіх бабуль і дзядуль прыслухоўваюцца 32% рэспандэнтаў, бо ў старэйшага пакалення вялікі жыццёвы вопыт, часткова прыслухоўваюцца 62% студэнтаў выпускнога курса, таму што час і жыццё змяніліся за апошнія некалькі дзясяткаў гадоў, 6% рэспандэнтаў не прыслухоўваюцца, бо погляды пажылых людзей устарэлі. Так, магчыма канстатаваць, што толькі каля трэці рэспандэнтаў добра ведаюць свой радавод і паважліва ставяцца да багатага жыццёвага вопыту і меркавання старэйшага пакалення як транслятараў ведаў, звычаяў і традыцый пэўнай этнічнай групы, як носбітаў аўтэнтычных сродкаў і метадаў выхавання. Аднак для пераважнай большасці студэнтаў іх радавод завяршаецца пакаленнем бабуль і дзядуль, якіх яны асабіста памятаюць або з якімі кантактуюць.

Для падтрымання міжпакаленнай і роднаснай сувязі адыгрываюць важную ролю рэгулярнае наведванне гасцей і гатоўнасць іх прымаць: 53% рэспандэнтаў любяць прымаць гасцей; 41% студэнтаў прымаюць гасцей, калі ёсць вольны час; 6% студэнтаў не любяць прымаць гасцей, бо яны перашкаджаюць. Таксама вынікі даследавання выявілі, што маюць бабуль і дзядуль 84% студэнтаў, аднак не ўсе іх рэгулярна наведваюць: 66% рэспандэнтаў указалі, што прыязджаюць да бабуль і дзядуль часта – у выходныя дні або падчас вакацыі і ў летні час, рэдка наведваюць 19% студэнтаў – адзін-два разы на год, не наведваюць 12% студэнтаў (большасць з іх сцвярджаюць, што іх бабулі і дзядулі памерлі). Маюць сясцёр і братоў 77% студэнтаў, аднак часта падтрымліваюць з імі зносіны 60% рэспандэнтаў, рэдка – 17% апытаных студэнтаў. Відавочна, што паміж пакаленнямі сваякоў не ва ўсіх сем’ях рэспандэнтаў атрымліваецца ўдалая камунікацыя: каля паловы рэспандэнтаў або гатовыя прымаць гасцей, калі ёсць вольны час, або зусім не гатовыя іх прымаць; да бабуль і дзядуль каля трэці студэнтаў прыязджаюць даволі рэдка або зусім не наведваюць; каля чвэрці апытаных студэнтаў, якія маюць братоў ці сясцёр, рэдка падтрымліваюць з імі зносіны.

Гістарычна склалася, што значным сродкам падтрымання міжпакаленнай сувязі з’яўляецца сумесная працоўная дзейнасць, а таксама сумесная сямейная абраднасць. Вынікі апытання паказалі добрыя вынікі адносна сумеснай працоўнай дзейнасці: рэгулярна дапамагаюць сваім бабулям і

дзядулям па гаспадарцы, у агародзе або па доме 59% студэнтаў; час ад часу дапамагаюць па доме 24% рэспандэнтаў; не ажыццяўляюць такую дапамогу 17% студэнтаў, зазначаючы, што іх бабулі і дзядулі ўжо памерлі. А вось сямейная абраднасць не аб'ядноўвае чацвёртую частку апытаных студэнтаў: рэлігійныя памкненні і каштоўнасці сваёй сям'і падтрымліваюць 75% студэнтаў (з іх 37% адзначаюць у сям'і асноўныя рэлігійныя святы, 38% рэспандэнтаў удзельнічаюць часткова, сцвярджаючы, што ў іх сям'і прытрымліваюцца толькі асобных рэлігійных рытуалаў і абрадаў); у астатніх 25% рэспандэнтаў у сям'і гэта не прынята.

Адносна такой характарыстыкі этнічнасці, як наяўнасць пераемнай сувязі паміж пакаленнямі сваякоў, вынікі даследавання наступныя: 35% рэспандэнтаў маюць высокі ўзровень; 56% – сярэдні ўзровень; 9% – нізкі.

Пра *ўспрыняцце сябе ў якасці прадстаўніка этнічнай групы або народа* можна сказаць наступнае:

- лічаць сябе прадстаўнікамі беларускай нацыі 89% рэспандэнтаў, аднак з іх абралі апытальнік, складзены на беларускай мове, толькі 20% студэнтаў, адносна астатніх 11% рэспандэнтаў рускімі сябе лічаць 3% рэспандэнтаў, немцамі – 1%, славянамі – 3%, не змаглі вызначыцца са сваёй нацыянальнасцю 4% студэнтаў, магчыма па прычыне рознай нацыянальнай прыналежнасці бацькоў;

- адносна зносінаў у соцыйме на роднай мове становіцца выказаліся 46% рэспандэнтаў, падтрымліваюць ідэю зносінаў на роднай мове, але толькі ў сваім асяродку, 25% студэнтаў, адмоўна выказаліся 29% рэспандэнтаў;

- адносна думак пра змену грамадзянства адмоўна выказаліся 19% студэнтаў-выпускнікоў, бо імкнуцца жыць і працаваць на радзіме, 33% рэспандэнтаў хацелі б паехаць жыць і працаваць за мяжу, 48% студэнтаў наведвалі такія думкі, аднак яны пакуль не збіраюцца іх рэалізоўваць;

- лічаць сябе носьбітамі і захавальнікамі сямейных традыцый 55% студэнтаў, не ўпэўнены ў гэтым 37% рэспандэнтаў, не з'яўляюцца такімі 8% студэнтаў;

- 41% студэнтаў зазначаюць, што ў іх выхаванні часта прымяняліся сродкі і метады народнай педагогікі, 27% апытаных студэнтаў адзначаюць, што прымяняліся сродкі і метады народнай педагогікі толькі бабулямі і дзядулямі падчас гасцявання ў іх, 32% рэспандэнтаў указалі, што сродкі і метады народнай педагогікі ў іх выхаванні не прымяняліся, паколькі ў гэтым не было патрэбы;

- адносна жанраў фальклору, якія чулі будучыя спецыялісты сацыяльнай сферы ў выкананні бабуль і дзядуль, 59% рэспандэнтаў адзначаюць, што гэта былі казкі, жарты, песні, 26% апытаных студэнтаў чулі прыказкі і прымаўкі, 15% студэнтаў не давялося пачуць вуснай народнай творчасці ў выкананні сваіх бабуль і дзядуль;

- праяўляюць інтарэс да звычаяў і традыцый і рэалізуюць іх у сваёй жыццядзейнасці 23% студэнтаў, цікавяцца толькі тымі, якія шануюць і захоўваюць іх родныя, 64% рэспандэнтаў, лічаць гэта ўстарэлым 13% будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы;

- гатовыя да выхавання ўласных дзяцей у адпаведнасці з традыцыямі і звычаямі свайго народа 27% студэнтаў, частковую гатоўнасць дэманструюць 55% рэспандэнтаў, не лічаць гэта неабходным 18% студэнтаў.

Так, адносна ўспрыняцця сябе ў якасці прадстаўніка пэўнай этнічнай групы або народа (у нашым выпадку ў пераважнай большасці беларусаў, бо іх удзельнічала ў апытанні 89%) варта адзначыць, што ў даволі значным для развіцця этнічнасці “моўным пытанні” крыху больш за чвэрць будучых спецыялістаў не падтрымліваюць ідэю зносінаў на роднай мове, другая чвэрць апытаных студэнтаў гатовыя мець зносіны на роднай мове, але толькі ў сваім асяроддзі. Магчыма, уздзеянне працэсы глабалізацыі, паколькі пытанне тэрытарыяльнай прыналежнасці, адносінаў да Радзімы таксама паказала даволі нечаканыя вынікі: трэць апытаных студэнтаў хацела б паехаць жыць і працаваць за мяжу; каля паловы студэнтаў такія думкі наведвалі, але рэалізоўваць іх яны пакуль не збіраюцца. Значны ўплыў на развіццё этнічнасці апытаных студэнтаў аказвалі іх сем'і, а таксама бабулі і дзядулі: больш за палову рэспандэнтаў назвалі сябе носьбітамі і захавальнікамі сямейных традыцый; большасць рэспандэнтаў праяўляе зацікаўленасць у тых звычаях і традыцыях, якія захоўваюць і выкарыстоўваюць у жыццядзейнасці іх родныя (у адносінах да іх прымяняліся сродкі і метады народнай педагогікі), і хаця б часткова, але гатовы да выхавання ўласных дзяцей у адпаведнасці з традыцыямі і звычаямі свайго народа. Узровень развіцця дадзенай характарыстыкі этнічнасці ў будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы наступны: 27% рэспандэнтаў маюць высокі ўзровень; 56% – сярэдні; 17% – нізкі.

Асноўнымі рысамі беларуса спрадвечна лічацца працавітасць, добразычлівасць і павага да іншых, гасціннасць. Створаныя і апрабаваныя на працягу многіх стагоддзяў этнапедагагічныя сродкі выхавання былі накіраваны на выпрацоўку вышэйзгаданых рыс. Адною з мэт апытальніка з’яўляецца выяўленне *ведаў пра этнапедагагічныя сродкі і ступені авалодання імі*.

Варта адзначыць, што пераважная большасць студэнтаў, якія прымалі ўдзел у анкетаванні, пражывае ў горадзе або гарадскім пасёлку (83%) і толькі 17% – у сельскай мясцовасці. Гэта можа аказваць пэўны ўплыў на развіццё этнічнасці студэнтаў, паколькі гарадскі соцыум не зусім спрыяе яе развіццю па прычыне лакалізацыі і адасобленасці гарадскіх сем’яў, адсутнасці сродкаў развіцця этнічнасці, празмернай занятасці сучаснага пакалення гараджан. Дадзеную сацыяльна-культурную асаблівасць горада, па нашым меркаванні, можа значна паправіць гасцяванне ўнукаў падчас летніх вакацый у сваіх бабуль і дзядуль у сельскай мясцовасці. Таму мы спыталі ў студэнтаў, ці маюць яны бабуль і дзядуль, якія пражываюць у сельскай мясцовасці. Вынікі апытання паказалі, што ў 56% рэспандэнтаў ёсць бабулі і дзядулі, якія пражываюць у вёсцы, у 31% студэнтаў бабулі і дзядулі пражываюць у горадзе або гарадскім пасёлку, у 13% студэнтаў бабулі і дзядулі ўжо памерлі.

Лічаць працавітасць адной з неад’емных рыс свайго характару 24% будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы, таму што любяць працаваць, часткова пагаджаюцца з гэтым 65% рэспандэнтаў, зазначаючы, што на любімую справу не заўсёды знаходзіцца час, адмоўна выказваюцца 11% студэнтаў.

Адносна навучання рамяству, якім валодаюць бабулі або дзядулі, 32% апытаных студэнтаў адзначылі вопыт валодання рамяством бабулі або дзядулі, 24% студэнтаў указалі, што толькі назіралі, як іх бабулі і дзядулі ствараюць вырабы сваімі рукамі, але ў дадзенай дзейнасці не ўдзельнічалі, 44% студэнтаў бабулі і дзядулі не вучылі рамяству. Наогул, 85% студэнтаў выходзіліся сваімі бабулямі і дзядулямі праз сродкі вуснай народнай творчасці, 56% рэспандэнтаў выходзіліся, калі назіралі за рамяством, якім валодае старэйшае пакаленне, або калі вучыліся яму.

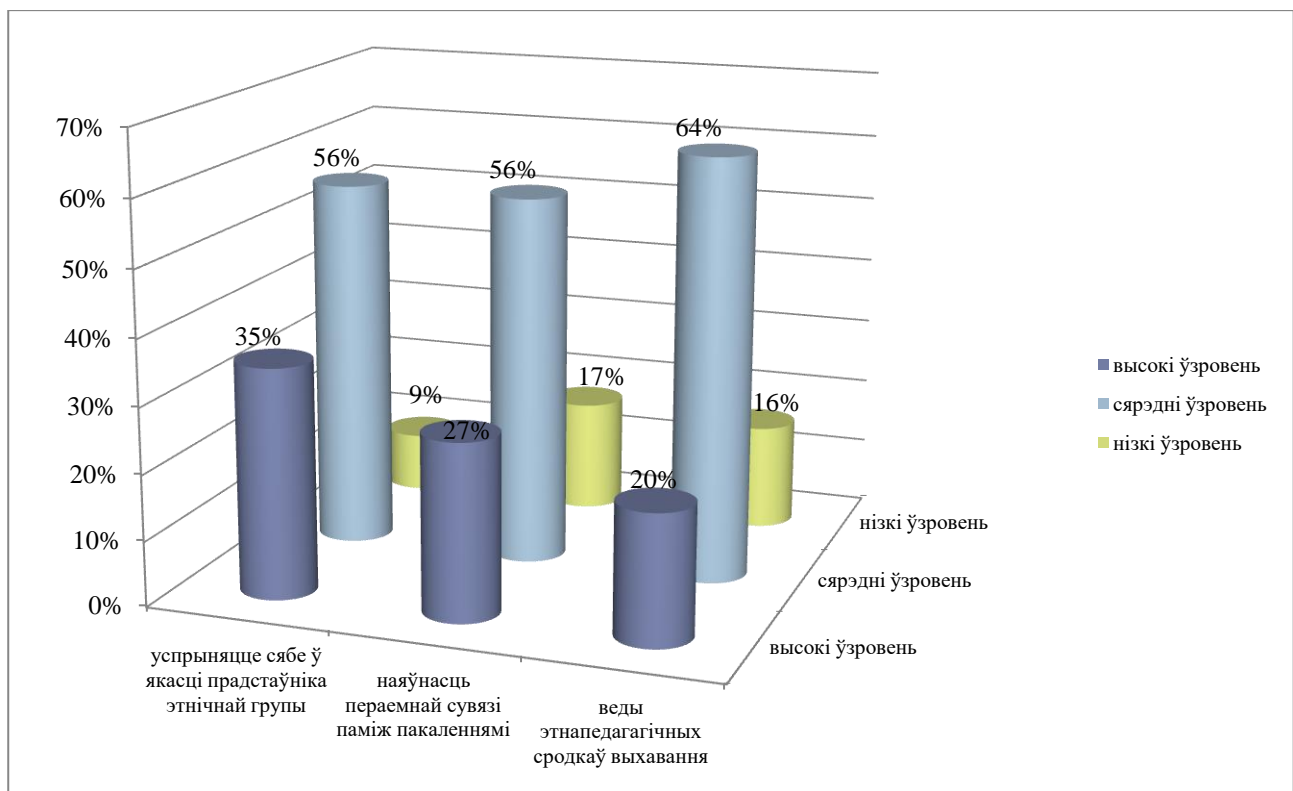
Адною з якасцей беларусаў спрадвечна лічыцца добразычлівасць не толькі ў адносінах да блізкіх людзей і пажылых, а і да ўсіх без выключэння. Вынікі апытання паказалі, што заўсёды праяўляюць добразычлівасць у адносінах да людзей, што побач, 56% рэспандэнтаў, адказваюць добразычлівасцю толькі на станоўчыя да сябе адносіны 39% студэнтаў, 5% студэнтаў зазначылі, што не валодаюць дадзенай якасцю.

Падчас атрымання прафесійных ведаў у сценах ВНУ студэнты спецыяльнасцей “Сацыяльная Педагогіка” і “Сацыяльная работа” вивучаюць курс “Этнапедагогіка”, які дае тэарэтычныя веды і практычнае ўяўленне пра народна-педагагічныя сродкі і метады выхавання і іх практычнае выкарыстанне. У выніку апытання намі было вызначана, што ведаюць народна-педагагічныя сродкі і метады 37% будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы, ведаюць часткова – 56% студэнтаў, не ведаюць – 7% рэспандэнтаў, гэта значыць, што пэўныя ўяўленні аб выхаваўчым патэнцыяле этнапедагогікі мае пераважная большасць апытаных студэнтаў.

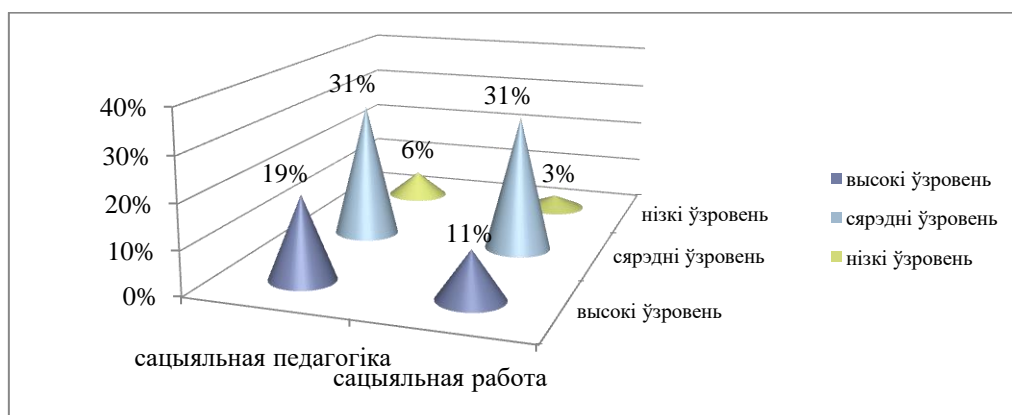
Значыць, адносна такой характарыстыкі этнічнасці, як веданне народна-педагагічных сродкаў і ступень авалодання імі, вынікі даследавання наступныя: 20% рэспандэнтаў маюць высокі ўзровень; 64% – сярэдні; 16% – нізкі.

**Заклучэнне.** Такім чынам, параўнальна-супастаўляльны аналіз вынікаў дыягнаставання этнічнасці будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы ў кантэксце асноўных характарыстык паказвае, што найбольш яскрава на высокім узроўні (трэць апытаных студэнтаў) праявілася характарыстыка, звязаная з успрыняццём сябе ў якасці прадстаўніка этнічнай групы або народа, а найменш выразна (пятая частка апытаных студэнтаў) характарыстыка, звязаная з веданнем этнапедагагічных сродкаў выхавання і са ступенню авалодання імі. Большасць будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы, якія ўдзельнічалі ў апытанні, выявілі сярэдні ўзровень наяўнасці характарыстык уласнай этнічнасці (мал. 1).

У абагульненым выглядзе вынікі дыягнаставання ўзроўню этнічнасці студэнтаў, што навучаюцца па спецыяльнасцях “Сацыяльная педагогіка” і “Сацыяльная работа”, наступныя: нізкі ўзровень этнічнасці назіраецца ў 9% рэспандэнтаў (6% – у будучых сацыяльных педагогаў, 3% – у будучых спецыялістаў па сацыяльнай рабоце), сярэдні – у 62% (па 31% адпаведна), высокі – у 30% рэспандэнтаў (19% – у будучых сацыяльных педагогаў, 11% – у будучых спецыялістаў па сацыяльнай рабоце) (мал. 2).



Мал. 1. **Винікі диягнаставання етнічнасці будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы ў кантэксце асноўных характарыстык**



Мал. 2. **Винікі диягнаставання етнічнасці будучых спецыялістаў сацыяльнай сферы, якія навуваюцца па спецыяльнасцях “Сацыяльная педагогіка” і “Сацыяльная работа”**

## ЛІТАРАТУРА

1. Идентичность и конфликт в постсоветских государствах: сб. ст. / под ред. М.Б. Олкотт, В. Тишкова, Д. Малашенко. – М.: Московский центр Карнеги, 1997. – 490 с.
2. Міхайлава, А.Л. Этнопедагогічная мадэль фарміравання прафесійнай кампетэнтнасці спецыялістаў сацыяльнай сферы для работы ў полікультурным соцыуме / А.Л. Міхайлава // Вышэйшая школа. – 2018. – № 2. – С. 31–34.

## REFERENCES

1. Olkot M.B., Tishkova V., Malashenko D. *Identichnost i konflikt v postsovetstskikh gosudarstvakh: Sb. st.* [Identity and Conflict in Post-Soviet States: Collection of Articles], M., Moskovski Tsentri Karnegi, 1997, 490 p.
2. Mikhaylava A.L. *Vysheishaya shkola* [Higher School], 2018, 2, pp. 31–34.

Паступіў у рэдакцыю 21.06.2018

Адрас для карэспандэнцыі: e-mail: elena-mikhaylova@rambler.ru – Міхайлава А.Л.



УДК 338.42–52(476):796.093

## Влияние спортивных мегасобытий на развитие индустрии туризма

В.А. Талай, А.А. Будневич

Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машерова»

Одно из важнейших направлений государственной политики Республики Беларусь – развитие туризма. С обеспечением эффективного развития внутреннего туризма повышается авторитет государства на международной арене. Республика Беларусь готова к ведению диалога между государствами и культурно-спортивному сотрудничеству.

Цель статьи – совершенствование современных подходов к проведению спортивных мегасобытий и выявление основных показателей, способствующих развитию страны.

**Материал и методы.** Материалом явились бизнес-планы проведения соревнований, протоколы соревнований, программа соревнований, нормативно-правовые документы о проведении массовых мероприятий, отчеты Министерства спорта и туризма Республики Беларусь. Методы: анкетирование, математическая статистика, сравнение и обобщение полученных данных.

**Результаты и их обсуждение.** По результатам научного исследования установлено изменение основных туристических маршрутов, выявлено количество иностранных туристов, посетивших спортивные мероприятия, подсчитана приблизительная экономическая отдача от продажи билетов, стоимости проживания и питания. Проведено анкетирование по отношению граждан к международным спортивным событиям.

**Заключение.** Следовательно, событийный туризм благоприятно влияет как на имидж нашей страны и экономику в частности, так и на мотивацию граждан к организации подвижной досуговой деятельности. Однако полученные результаты не дают оснований для широких обобщений, но могут сыграть немаловажную роль в дальнейших исследованиях на эту тему и создании актуальных практических рекомендаций по развитию спортивного туризма в целом.

**Ключевые слова:** туризм, событийный туризм, спортивное мегасобытие, туристические потоки, развитие регионов, досуг.

## Influence of Sports Mega-Events on the Development of Tourism Industry

V.A. Talai, A.A. Budnevich

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

One of the most important directions of the state policy of the Republic of Belarus is the development of tourism; ensuring the efficient development of domestic tourism increases the authority of the state in the international arena. The Republic of Belarus is ready to conduct a dialogue between states and cultural and sports cooperation.

The aim of the work was to improve modern approaches to sporting mega events and to identify the main economic patterns of the country development.

**Material and methods.** The research materials were business plans for holding competitions, the protocols of competitions, the program of competitions, normative legal documents on holding mass events, reports of the Ministry of Sport and Tourism of the Republic of Belarus. The research methods are questionnaires, mathematical statistics, comparison and generalization of the data obtained.

**Findings and their discussion.** According to the research findings, the changing of the main tourist routes was identified as well as the number of foreign tourists visiting sports events, the approximate economic returns from ticket sales, accommodation and meals were calculated. A survey was conducted on the attitude of citizens to international sports events.

**Conclusion.** The obtained results demonstrated that event tourism has a favorable effect on the image of our country and the economy in particular, and on motivating citizens to organize mobile leisure activities. However, the research findings do not give grounds for broad generalizations, but they can play an important role in further research on this topic and the creation of current practical recommendations for the development of sports tourism in general.

**Key words:** tourism, event tourism, sport mega-event, tourist flows, development of regions, leisure.

**Н**а данном историческом этапе в Беларуси одним из важнейших путей социально-экономического развития страны является событийный и спортивный туризм. Большой приток туристов сказывается на развитии территории, проводящей данные мероприятия, и стране в частности. Как одну из особенностей такого воздействия можно выделить объединение людей со схожими взглядами на жизнь и увлечениями в течение ограниченного отрезка времени. Подобные встречи «по интересам» позволяют установить долгосрочные контакты с иностранными туристами, бизнесменами или политиками, которые задействованы и заинтересованы в проведении соревнований, а также других сферах социально-экономической активности. Данные контакты способствуют созданию совместных предприятий и обмену опытом, который благотворно сказывается на международном сотрудничестве.

Согласно утверждению Н. Preuss, «воздействие события на страну зависит от количества иностранных туристов, посетивших ее во время его проведения. Зачастую это приводит к притоку дополнительных инвестиций в страну, созданию новых видов бизнеса и росту ее экономического потенциала. Прибывшие туристы создают повышенный спрос на местную продукцию и услуги, а также развивается общественное сознание ввиду принятия других точек зрения на мир» [1]. В свою очередь G. Shaw и A.M. Williams заявляют: «Региональная экономика подвергается серьезному воздействию, связанному с туризмом, это касается не только принимающего спортивное мегасобытие региона, но и при достаточно крупных масштабах данное мероприятие захватывает и периферию страны, оказывая комплексное воздействие на все ее отрасли» [2]. В пример они приводят небольшие дестинации, своеобразные курортные городки, экономика которых живет от одного туристического сезона до другого, когда же туристов нет или не сезон, такие городки пустеют и время в них буквально останавливается. Это делает подобные регионы крайне зависимыми от сезонов года и их определенного вида туристических ресурсов.

Безусловно, мегасобытия различаются по масштабу, не являясь при этом похожими друг на друга. К основным различиям относятся время их проведения, принимающий их регион, количество приглашенных стран-участников, объем проделанных работ по предварительной подготовке к проведению данных спортивных состязаний, политическая ситуация в стране, открытость границ и покупательная возможность туристов, престижность страны и узнаваемость ее на мировом рынке туризма, а также другие уникальные, скрытые и открытые особенности организации крупного спортивного события. Для того чтобы выбрать главное из всего этого многообразия факторов, необходимо использовать научный подход, который позволит выявить главные аспекты, оказывающие влияние на привлекательность той или иной страны для туристов. Помимо этого, мы должны помнить, что, перенося международный опыт в реалии своей страны, нельзя забывать и про собственные культурные традиции, делая упор на узнаваемость. Страна при таком подходе становится как бренд и создает определенные положительные ассоциации у туристов.

В соответствии с вышесказанным спортивное мегасобытие не должно разрушать сложившийся уклад жизни людей принимающего его региона, не мешая, а помогая добиваться экономического и социального благополучия. Примером отрицательного вмешательства можно отнести летние Олимпийские игры в Рио-де-Жанейро, где во время строительства спортивного комплекса было снесено большое количество домов и людям пришлось переселяться. Кроме этого, следует отметить тенденцию к изменениям популярных мест туристического отдыха [3].

Поэтому политика, ориентированная на развитие туризма, должна принимать во внимание изменения, происходящие на международном рынке туристических продуктов. Своевременная реакция на изменение тенденций позволит не только не отстать от других стран, что поможет сохранить поток постоянных туристов, но еще и привлечь новых. Создание имиджа страны и способность меняться под современные реалии туристического рынка должно стать одним из важнейших аспектов политики касательно развития спорта и туризма в стране. Способность предвидеть, что будет популярно в будущем, или же самостоятельно создавать туристическую моду – показатель значимости и влияния страны на международной политической арене. Общими требованиями организации спортивных мегасобытий должны стать потребительская ценность и повышенный спрос на данный вид услуг, использование всех видов туристического и социально-экономического потенциала принимающего региона с учетом особенностей его развития и минимизацией негативных воздействий, связанных с туризмом.

Цель статьи – совершенствование современных подходов к проведению спортивных мегасобытий и выявление основных показателей, способствующих развитию страны.

**Материал и методы.** Исследование проводилось в несколько этапов.

На первом этапе анализировались научно-методическая литература, влияние мегасобытий на индустрию туризма и экономику страны в целом. Изучались нормативно-правовые акты для обоснования актуальности применения и внедрения проведенных исследований.

На втором этапе осуществлялось анкетирование для выявления мнения и отношения различных групп населения касательно спортивного туризма и спорта в частности. Было опрошено 130 человек различного возраста от 17–64 лет. Из них  $n=61$  – женского пола,  $n=69$  – мужского пола. По трудоустройству: учащиеся ( $n=41$ ), работающие ( $n=82$ ), временно безработные ( $n=7$ ).

На третьем этапе проходила статистическая обработка данных, информация бралась за период 2012–2016 гг. (расчет валового дохода, объединение полученных данных для создания общей картины ситуации, а также оценка влияния спортивных событий на общественную жизнь людей).

Методы: теоретический анализ научно-методической литературы, который проводился с целью изучения состояния вопроса по организации и проведению мегасобытий, анкетирование, математической статистики, сравнение и обобщение полученных данных.

Основные аспекты, используемые в анкетировании:

1. О личности респондента (касаются его возраста, образования, профессии, семейного положения, занятий спортом и физической активности).
2. О фактах сознания (предназначены для выявления мнений, мотивов, ожиданий, планов, оценочных суждений отвечающих).

Это позволило в дальнейшем обработать и сопоставить полученные данные для формирования общественного мнения.

**Результаты и их обсуждение.** Крупные спортивные соревнования требуют больших финансовых затрат на подготовку и проведение. Для их осуществления на современном научно-технологическом и организационном уровнях перед правительством страны стоят следующие основные задачи:

- обеспечение максимального уровня качества организации и безопасности для лиц, посещающих подобные мероприятия;
- совершенствование инфраструктуры места проведения соревнований. Строительство новых гостиниц, обновление домов, обустройство города, создание и совершенствование транспортной системы; создание информационных панелей с картой города на иностранном языке и другие изменения;
- отношение и вовлеченность людей в спортивные соревнования и спортивную деятельность, их воздействие, оказываемое на общество.

Для создания общего видения ситуации касательно организации и отношения людей к проведению крупных спортивных соревнований был проведен опрос 130 человек различного возраста от 17–64 лет. Из них  $n=61$  – женского пола,  $n=69$  – мужского пола. По трудоустройству: учащиеся ( $n=41$ ), работающие ( $n=82$ ), временно безработные ( $n=7$ ).

Полученные данные свидетельствуют, что Беларусь считают безопасной страной 78%, затруднились ответить 6%, считают небезопасной 16%. Большинство респондентов положительно относятся к иностранным туристам (86%), что связано с желанием культурного обмена, а также родственниками, живущими или работающими за рубежом, в основном в странах СНГ, нейтрально – 11% отрицательно – 3%.

Через анкетирование было выявлено, что в основном люди довольны инфраструктурой: общественный транспорт доступен, работает исправно и комфортно – 68%, не пользуются его работой 13%, не довольны работой общественного транспорта, его сильной загруженностью в определенные дни 19%. Качество дорог 41% считает приемлемым, 23% – хорошим, 26% – плохим, 10% затруднились ответить. Зачастую отмечалось снижение качества дорог в зимне-весенний период года. Основные нарекания были связаны с выбоинами, отсутствием или слабой видимостью дорожной разметки, весенней распутицей, некоторые грунтовые дороги не были своевременно посыпаны, назывались ошибки в проектировании, вызывавшие огромные лужи на дорогах. Архитектура и убранство города нравится 82%. Большинство (74%) считает, что коммунальные службы работают хорошо и в достаточной степени следят за убранством улиц, 11% затруднились ответить, 15% утверждают, что недостаточно хорошо. Работой пунктов общественного питания довольны 82%, 14% недовольны, 4% опрошенных затруднились ответить.

Выяснилось, что спортивная деятельность влияет на отношение людей к крупным спортивным соревнованиям. Анкетируемые, которые активно занимаются физической культурой (67%), зачастую

уделяют большее внимание к проведению соревнований в нашей стране. Стараются посещать соревнования в своем городе 27%. Основные источники информации: у 41% – телевидение, у 31% – интернет, 28% используют другие источники информации. Успехи и достижения отечественных спортсменов мотивируют и вызывают гордость у 92% людей.

Информация о численности туристов, посетивших Республику Беларусь с 2012 по 2016 год, отражена в табл. 1.

Таблица 1

**Количество посетивших Республику Беларусь и город Минск туристов**

Год	2012	2013	2014	2015	2016
Всего туристов	118749 (13%)	136821 (15%)	137444 (16%)	276260 (31%)	217398 (25%)
Туристов, посетивших Минск	69696 (19%)	69944 (19%)	76151 (21%)	55683 (16%)	88150 (25%)

Можно увидеть закономерность, что не мегасобытия способствуют притоку инвестиций в страну. Примером служит чемпионат мира по хоккею с шайбой. За 17 дней проведения его посетили 60000 иностранных туристов и 643734 человека всего. Получим процент иностранных туристов от всех зрителей:  $60000 \times 100 / 643734 = 9,32\%$ . Рассчитаем процент от всех иностранных туристов, посетивших Минск в этом году:  $60000 \times 100 / 76151 = 79\%$ . Доля от всех посетивших страну иностранных туристов составляет 44%. В другие годы в Минске также проходили различные масштабные спортивные события (чемпионаты Европы, этапы Кубка мира и др.) (табл. 2).

Таблица 2

**Соревнования и количество туристов, посетивших крупные спортивные события**

Год	Спортивное мероприятие	Сроки проведения	Всего зрителей	Иностранных
2012	Чемпионат мира по фигурному катанию среди юниоров	27 февраля–04 марта (7 дней)	32760	2621(8%)
2012	Этап Кубка мира по художественной гимнастике	13–15 июля (3 дня)	9220	461(5%)
2013	Чемпионат мира по велоспорту на треке	20–24 февраля (5 дней)	18730	2248(12%)
2013	40-й чемпионат Европы по боксу	30–09 июня (11 дней)	29117	6406(22%)
2014	Чемпионат мира по хоккею с шайбой	9–25 мая (17 дней)	643734	57936(9%)
2015	Чемпионат мира по биатлону среди юниоров	17–24 февраля (8 дней)	20560	3701(18%)
2015	Чемпионат мира по футболу в зале	17–25 апреля (9 дней)	22410	3138(14%)
2015	31-й чемпионат Европы по художественной гимнастике	01–03 мая (3 дня)	13740	2061(15%)
2016	110-й чемпионат Европы по конькобежному спорту	9–10 января (2 дня)	9741	780(8%)

Основными посетителями крупных спортивных мероприятий в Беларуси являются ее граждане. Самое большое процентное соотношение иностранных туристов от численности всех посетивших

показал чемпионат Европы по боксу – 22%, а самое значительное количество иностранцев привлек чемпионат мира по хоккею с шайбой.

После проведения чемпионата мира по хоккею (2014 год) количество приезжих туристов сильно возросло. Помимо этого динамика туристических маршрутов изменилась со столицы на регионы страны, что положительно сказалось на развитии агро- и экотуризма, придорожного сервиса и финансов других городов и регионов. Главными туристическими областями в 2015 году стали Брестская и Витебская. Прирост туристов в Брестской области составил 142674 человека или 476% в сравнении с прошлым годом. В Витебской области 8708 человек, 52%. Непосредственно такое масштабное спортивное событие, как чемпионат мира по хоккею, привлекло внимание к нашей стране не только стран-соседей, но и стран дальнего зарубежья.

Мы проследили также динамику развития туристического рынка. В 2012 году приток туристов по сравнению с 2011 годом возрос на 2,3%, в 2013 г. рост составил 15,2%. В 2014 г. – на 0,5%, а 2015 год показал невероятные темпы роста туристического рынка (100,9%) к предшествующему году. В 2016 году произошел спад на 27% (рис.). К основным причинам падения притока туристов в 2016 году можно отнести незаинтересованность в посещении страны, дорогие услуги авиаперевозчиков и дорогие даже по меркам Европы цены на проживание в гостиницах и отелях. Как итог – принят указ: если иностранный турист прибывает в страну, используя авиалинии, то ему не нужно оформлять визу, однако оформить визу получится дешевле, чем воспользоваться воздушным коридором. Упрощение визового режима, снижение стоимости гостиниц (за счет оптимизации персонала) и создание оптимальных условий для ведения туристического бизнеса могут выровнять ситуацию.

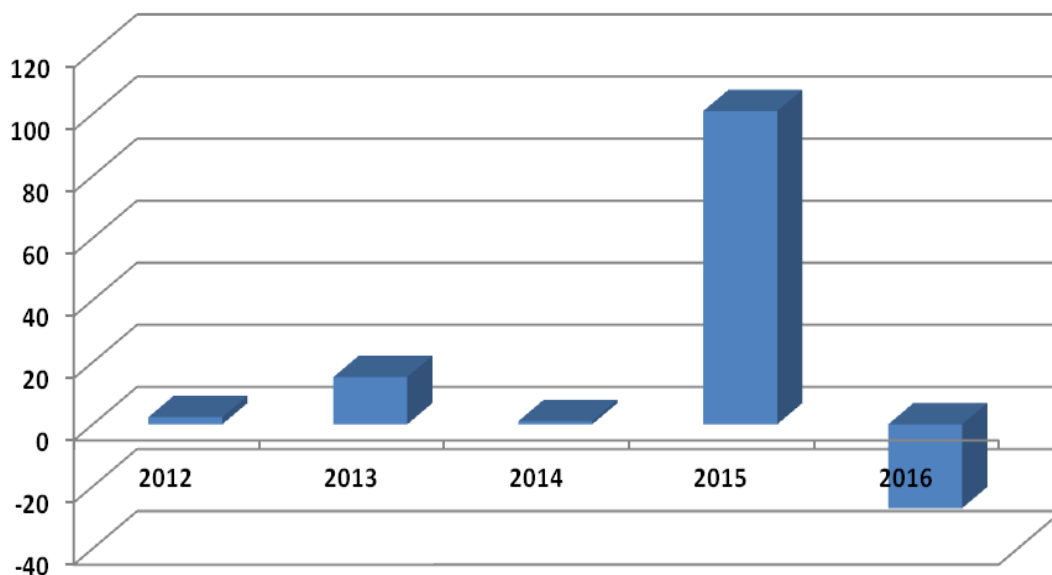


Рис. Динамика изменения туристического рынка

Туризм является важной экономической статьей доходов любого развивающегося государства. Болельщики, посещая любимые виды спорта и следуя за своими командами-«кумирами», вносят значительный экономический вклад в страну, которую они посетили. Расчет приблизительного валового дохода представлен ниже. Он проводился в евро с учетом изменения курса на данный период времени. Конвертировав стоимость билетов в евро, учитывая при этом колебания курса, мы узнали, что валовой доход с продажи билетов принес в первую очередь внутренний туризм, а затем и внешний. Валовой доход – это общий доход предприятия от всех видов хозяйственной деятельности и хозяйственных операций до уплаты из него налоговых платежей, входящих в цену продукции [4]. Валовой доход поступает главным образом от реализации продукции, произведенной как государственными предприятиями, так и различными умельцами или ремесленниками.

## Валовой доход

Год	Мероприятие и дни проведения	Куплено билетов	Стоимость билетов в евро	Сумма валового дохода	Иностранные туристы затратили на проживание
2012	Чемпионат мира по фигурному катанию среди юниоров (7)	32760	6,3	206388	317141
2012	Этап Кубка мира по художественной гимнастике (3)	9220	14,3	131846	50336
<b>Итого</b>	<b>10</b>	<b>41980</b>	<b>–</b>	<b>338234</b>	<b>367477±(4132)</b>
2013	Чемпионат мира по велоспорту на треке (5)	18730	31	580630	285496
2013	40-й чемпионат Европы по боксу (11)	29117	32	931744	813562
<b>Итого</b>	<b>16</b>	<b>47847</b>	<b>–</b>	<b>1512374</b>	<b>1099058±(9386)</b>
2014	Чемпионат мира по хоккею с шайбой (17)	643734	20	12874680	9791184±(24000)
2015	Чемпионат мира по биатлону среди юниоров (8)	20560	25	514000	507037
2015	Чемпионат мира по футболу в зале (9)	22410	38	851580	429906
2015	31-й чемпионат Европы по художественной гимнастике (3)	13740	36	494640	282357
<b>Итого</b>	<b>20</b>	<b>56710</b>	<b>–</b>	<b>1860220</b>	<b>1219300±(9717)</b>
2016	110-й чемпионат Европы по конькобежному спорту (2)	9741	22	214302	126360±(891)

Приток туристов, связанный с проведением крупных спортивных соревнований, требует от страны-организатора создания и функционирования дополнительных мест размещения. К ним относятся различные отели, отличающиеся как по комфорту и качеству предоставляемых услуг проживания спортсменам и туристам, так и более бюджетные варианты, кемпинги, мотели и туристические базы, которые по относительно небольшой цене могут обеспечить проживание. В свою очередь, стихийный приток туристов увеличивает количество людей, занятых в сфере услуг, такси, пункты общественного питания и другие возможности для заработка потенциально создают временные рабочие места, что положительно сказывается на финансовом благосостоянии граждан. Помимо этого туристы могут не только посетить спортивное событие и уехать из страны, но и продолжить отдых через организацию культурно-досуговой деятельности.

Положительная динамика в этой статье доходов прослеживается до 2014 года, далее замечен спад, несмотря на увеличение количества проведенных соревнований в 2015 году. В 2016 году проходило лишь одно массовое событие (всего два дня), что не позволило набрать нужную аудиторию и вызвать общественный резонанс. Следовательно, приток туристов определяется не только количеством и качеством проведения соревнований, но и созданием мирового резонанса. Наиболее рационально проводить крупные спортивные события циклично, раз в три-четыре года, тем самым не создавая избыточной нагрузки на экономику страны и не позволяя туристам пресытиться, чтобы вновь было желание приехать в Беларусь [4–6].

**Заключение.** Событийный туризм благоприятно влияет положительно как на имидж и экономику страны, так и на мотивацию занятий спортом у граждан и организацию досуга. Несомненно, получен-

ные результаты не дают оснований для широкого обобщения, но могут сыграть немаловажную роль в дальнейших исследованиях на эту тему и создании актуальных практических рекомендаций по развитию и организации спортивно-туристической деятельности в целом.

Важно учитывать следующие особенности проведения спортивного туризма:

- существенные финансовые затраты и людские ресурсы, задействованные при организации и проведении крупных спортивных соревнований, оказывают большую нагрузку на экономику страны. Срок окупаемости некоторых крупных событий по их бизнес-планам достигает от трех до девяти лет, например, чемпионат мира по хоккею 2014 года окупится согласно плану лишь к 2021 году;

- изменение туристических маршрутов со столицы на регионы, в случае заинтересованности туристами в посещении нашей страны необходимо создавать качественную инфраструктуру и туристические, историко-культурные объекты. Проведение же в регионах соревнований меньшего масштаба будет способствовать развитию внутреннего туризма;

- при увеличении количества проведения соревнований и их масштаба повышается нагрузка на службы, обеспечивающие общественную безопасность. Отдельно можно выделить таможенную службу: во время проведения крупных спортивных событий им необходимо оказывать всяческую поддержку для создания оптимальных транспортных коридоров и предотвращения заторов на границах (этому частично поспособствует введение временного безвизового режима). Сотрудники же правоохранительных органов, обеспечивающие порядок, нуждаются в обширной технической поддержке, чтобы охватывать и оперативно реагировать на любую ситуацию;

- ориентация на самоокупаемость: привлечение спонсорской поддержки, удержание права за принимающей страной на видеотрансляцию, приемлемые цены на повседневное использование гражданами стадионов и спортивных объектов, на которых проводились международные соревнования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Менеджмент туризма: Экономика туризма: учебник. – М.: Финансы и статистика, 2001. – С. 120–136.
2. Shaw, G. Tourism and economic development: Western European experiences. The second edition / G. Shaw, A.M. Williams. – London and New York: Belhaven Press, 2001. – С. 15–21.
3. Гомилевская, Г.А. Региональные модели внутреннего туризма / Г.А. Гомилевская. – Владивосток: ВГУЭС, 2002. – С. 89–73.
4. Квартальнов, В.А. Иностранный туризм / В.А. Квартальнов. – М.: Финансы и статистика, 1999. – С. 50–58.
5. Туризм и туристические ресурсы в Республике Беларусь: стат. сб. – Минск, 2017. – С. 29–32.
6. Балабанов, И.Т. Экономика туризма: учеб. пособие / И.Т. Балабанов, А.И. Балабанов. – М.: Финансы и статистика, 1999. – С. 134–140.

#### REFERENCES

1. *Menedzhment turizma: Ekonomika turizma: uchebnik* [Tourism Management: Tourism Economics: Textbook], M., Finansy i statistika, 2001, pp. 120–136.
2. Gomilevskaya G.A. *Regionalniye modeli vnutrennego turizma* [Regional Models of Domestic Tourism], Vladivostok, GSUES, 2002, pp. 89–73.
3. Shaw G., Williams A.M. Tourism and economic development: the experience of Western Europe. The second edition. – London and New York: Belhaven Press, 2001. – S. 15–21.
4. Kvartalnov V.A. *Finansi i statistika* [Finance and Statistics], M., 1999, pp. 50–58.
5. Chigireva I.G. *Turizm i turisticheskiye resursy v Respublike Belarus: stat. sb.* [Tourism and Tourism Resources in the Republic of Belarus, Statistical Collection], Minsk, 2017, pp. 29–32.
6. Balabanov I.T., Balabanov A.I. *Finansi i statistika* [Finance and Statistics], M., 1999, pp. 134–140.

Поступила в редакцию 24.04.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: akceoma@gmail.com – Будневич А.А.

## Особенности формирования физической подготовленности студентов к предстоящей профессиональной деятельности (на примере учреждений высшего образования аграрного профиля)

А.К. Сучков, Е.П. Казимиров

Учреждение образования «Витебская государственная  
академия ветеринарной медицины»

*Одним из важных условий организации практикоориентированного физического воспитания студентов является изучение специфики формирования уровня их физической подготовленности.*

*Цель статьи – обоснование научного подхода к формированию физической подготовленности студентов учреждений высшего образования к предстоящей профессиональной деятельности.*

**Материал и методы.** Во время образовательного процесса по подготовке будущих специалистов в Витебской государственной академии ветеринарной медицины и Белорусской государственной сельскохозяйственной академии применялись следующие методы исследований: опрос, анализ документов, педагогическое наблюдение.

**Результаты и их обсуждение.** Рассматривается необходимость использования средств физической культуры в направленном формировании физических качеств студентов, профессионально значимых в их будущей трудовой деятельности, что позволяет говорить также о важности повышения уровня их физической подготовленности. Детальное изучение составляющих компонентов физической подготовленности студентов к работе в агропромышленном комплексе (физические качества, умения и навыки и состояние здоровья) в современных социально-экономических условиях является необходимым требованием к обеспечению профессиональной направленности физического воспитания в учреждениях высшего образования аграрного профиля. Способствовать этому будет практикоориентированная физическая подготовка студентов, базирующаяся на приоритетном развитии профессионально значимых для работы в сельском хозяйстве физических качеств – выносливости и силы.

**Заключение.** Представленные в настоящей работе результаты исследований указывают на необходимость формирования физической подготовленности студентов с учетом особенностей предстоящей профессиональной деятельности, важность определения соотношения компонентов как в комплексе «физическая подготовленность», так и в его составляющей – «физические качества».

**Ключевые слова:** физическая культура, студенты, учреждение высшего образования, физическая подготовленность, приоритетные физические качества, выносливость, сила.

## Features of Shaping Physical Readiness of Students for the Upcoming Professional Activities (the Example of Agrarian Universities)

A.K. Suchkov, E.P. Kazimirov

Educational Establishment «Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine»

*One of the important conditions of the organization of practice-oriented physical education of students is to study the specificity of shaping their physical readiness level.*

*The purpose of the article is the substantiation of the scientific approach to shaping physical readiness of university students for the upcoming professional activities.*



**Material and methods.** During the educational process of would-be specialists training at Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine and the Belarusian State Agricultural Academy the following research methods were applied: interrogation, analysis of documents, pedagogical supervision.

**Findings and their discussion.** The article discusses the necessity to use means of physical training for the directed shaping physical qualities of students, professionally significant for their upcoming work activity, which allows speaking also about the importance of the increase of the level of their physical readiness. A detailed study of the components of physical readiness of students to work in the agro-industrial complex (physical qualities, skills and abilities, the state of health) in the modern social and economic situation is a necessary requirement to ensure the professional orientation of physical education at establishments of higher education of an agrarian profile. This will be facilitated by practice-oriented physical training of students, based on the priority development of professionally important for work in agriculture physical qualities – endurance and force.

**Conclusion.** The research findings presented in this article indicate the need to shape physical readiness of students taking into account the specifics of the upcoming professional activity, the importance of determining the ratio of components in the complex «physical readiness» and in its component – «physical qualities».

**Key words:** physical training, students, establishments of higher education, physical readiness, priority physical qualities, endurance, force.

В настоящее время в программных документах по физическому воспитанию студентов учреждений высшего образования указывается на важность построения образовательного процесса по учебной дисциплине «Физическая культура» с позиции профессиональной направленности, практикоориентированности обучения. При такой организации учебных занятий особое место занимает реализация принципа «прикладности» физического воспитания, предполагающего формирование физической подготовленности студентов не к абстрактному труду, а к конкретному виду трудовой деятельности.

Л.П. Матвеев отмечает, что в процессе физического воспитания студентов необходимо учитывать как интересы свободного развития личности будущего специалиста, так и требования социального заказа на подготовку конкретных специалистов в конкретной отрасли, обладающих определенным набором знаний, умений и навыков, а также физических качеств в совокупности с качествами духовными и нравственными [1]. Исходя из этого, термин «физическая подготовленность» в учреждениях высшего образования аграрного профиля следует понимать как «физическая подготовленность к работе в агропромышленном комплексе», на что и должны быть ориентированы средства и методы физического воспитания студентов.

Поскольку физическая подготовленность является результатом физической подготовки к определенному виду деятельности [2], необходимо определить приоритеты физической подготовки – выявить, какие физические качества и способности будут наиболее востребованными в предстоящей профессиональной деятельности, применительно к конкретным условиям производства.

Исследователи вопросов профессионально-прикладной физической подготовки под «физической подготовленностью» понимают способность качественно выполнять профессиональные функции с наименьшей затратой сил в отведенное для этого (регламентированное) время [3–6].

Вместе с термином «физическая подготовленность» сегодня также употребляют термин «физическая готовность», характеризующий такое физическое состояние индивида с определенным уровнем двигательной подготовленности, функциональным состоянием организма, при котором возможно качественное выполнение определенного вида деятельности. При этом составляющие «физической готовности» так ранжируются по своей значимости: 1) двигательная готовность; 2) функциональная готовность; 3) морфологическая (телесная) готовность [7].

Анализ вышеуказанных источников литературы подтверждает положение, что для успешного выполнения производственных функций в определенном виде профессиональной деятельности требуется расстановка приоритетов в формировании компонентов «физической подготовленности», включающей «состояние здоровья», «умения и навыки» и «физические качества». При этом в компоненте «физические качества», который составляют выносливость, сила, ловкость, быстрота и гибкость, расставление приоритетов, по мнению большинства авторов, является наиболее значимым фактором формирования высокого уровня физической подготовленности человека к выполнению профессиональных функций в производственной деятельности.

Цель статьи – обоснование научного подхода к формированию физической подготовленности студентов учреждений высшего образования к предстоящей профессиональной деятельности.

**Материал и методы.** В наших исследованиях участвовали студенты Витебской государственной академии ветеринарной медицины (ВГАВМ) и Белорусской государственной сельскохозяйственной академии (БГСХА), а также специалисты агропромышленного комплекса (АПК). За весь период исследований (2013–2018 гг.) нами было опрошено студентов ВГАВМ –  $n = 2040$  человек, студентов БГСХА –  $n = 5320$  человек, проведено 38 бесед со специалистами различного профиля, работающими в АПК. Также было осуществлено 17 наблюдений за производственными процессами во время учебных практик студентов на сельскохозяйственных предприятиях. Полученные данные уточнялись в ходе анализа специальной литературы по теме исследования.

**Результаты и их обсуждение.** Как указывает Л.П. Матвеев, физическая подготовленность к разновидностям сельскохозяйственного труда формируется следующими составляющими: 1) комплексная выносливость, проявляемая в динамических и статических режимах продолжительного функционирования различных мышечных групп; 2) способность ориентироваться на местности и рационально распределять затраты энергии во времени; 3) разнообразные двигательные навыки, в том числе навыки, способствующие умелому оперированию различными орудиями труда; 4) закаленность организма по отношению к неблагоприятным метеорологическим воздействиям [1].

Для более полного изучения компонентов физической подготовленности студентов к работе в агропромышленном комплексе мы уточняли характеристики и условия производственной деятельности в обозначенной отрасли. Так, В.П. Краснов в монографии «Физическое воспитание трудящихся агропрома» [8] представил данные ряда исследователей (А.А. Померанцева, С.А. Московских, Н.Г. Деминцева и др.), проводивших анкетные опросы специалистов сельского хозяйства.

По А.А. Померанцеву, респонденты считают труд агронома:

- умственным трудом – 38,7%;
- трудом средней тяжести – 48,4%;
- легким трудом – 9,6%.

Работа агронома связана с определенной психологической нагрузкой, и с этой точки зрения опрошенные считают эту деятельность:

- напряженным трудом – 40,6%;
- трудом средней напряженности – 56,2%.

Среди явных факторов усталости респонденты называют:

- большую продолжительность рабочего дня – 52,5%;
- большие нервно-эмоциональные нагрузки – 32,5%.

Как считают опрошенные, общую усталость формирует, прежде всего:

- психологическая усталость – 37,5%;
- физическая усталость – 21,9%;
- психологическая и физическая усталость – 12,5%.

Усталость в течение рабочего дня снимают:

- водными процедурами – 39,2%;
- физическими упражнениями – 18,1%;
- пассивным отдыхом – 15,2%.

По данным С.А. Московских, Н.Г. Деминцева, работой с высоким двигательным режимом считают свою профессиональную деятельность 72,7% опрошенных ветврачей и зоотехников. При 36,9% этом специалистов работают с химическими реактивами, а 63,6% специалистам приходится иметь дело с грузами 30–40 кг [8].

Неблагоприятными факторами в своей производственной деятельности специалисты агропромышленного комплекса называют нерегламентированный рабочий день во время посевных, уборочных и других видов работ, работу в полевых условиях при любых погодных условиях, трудоемкие производственные процессы, большие площади сельскохозяйственных предприятий, удаленность производственных объектов, применение ручного труда, использование химических препаратов, пешие передвижения по пересеченной местности.

Вышеперечисленные неблагоприятные факторы указывают на необходимость высокого уровня физической подготовленности специалистов агропромышленного комплекса, важной составляющей которого является уровень развития физических качеств.

На объектах сельскохозяйственного производства в настоящее время происходят процессы модернизации, переоснащения технологических процессов. На современных предприятиях используются инновационные, энергосберегающие технологии. Одновременно специфика работы в сельском хозяйстве по-прежнему требует от специалистов этой отрасли высокой физической подготовленности. Для конкретизации вышеуказанного нами были составлены профессиографические характеристики специалистов агропромышленного комплекса (табл. 1, 2). Для этого мы проводили опросы специалистов сельского хозяйства и наблюдения за производственными процессами во время учебно-производственных практик студентов, включающие в числе прочего регистрацию частоты сердечных сокращений (ЧСС) во время интенсивных рабочих операций практикантов.

Таблица 1

**Профессиографические характеристики специалистов агропромышленного комплекса  
(данные получены методом опроса – беседы)**

Специалист	Рабочий график	Характер психической нагрузки	Степень двигательной нагрузки	Применение ручного труда	Величина усилий
Агроном	нестабильный	переменный	высокая	частое	от малых до предельных
Зооинженер	нестабильный	переменный	высокая	частое	от малых до предельных
Ветеринар	нестабильный	переменный	высокая	частое	от малых до предельных
Инженер-механик	нестабильный	переменный	высокая	частое	от малых до предельных
Инженер-гидротехник	нестабильный	переменный	высокая	частое	от малых до предельных

Таблица 2

**Профессиографические характеристики специалистов агропромышленного комплекса  
(данные получены методом наблюдений)**

Специалист	Фиксированная рабочая поза	Структура движений при производственной деятельности	Количество рабочих операций за 1 час интенсивной работы	ЧСС во время интенсивных рабочих операций	Степень усталости (субъективно)
Агроном	отсутствует	циклическая (передвижения), ациклическая	30–50	128±12 уд/мин	средняя
Зооинженер	отсутствует	циклическая (передвижения), ациклическая	40–60	130±11 уд/мин	большая
Ветеринар	отсутствует	циклическая (передвижения), ациклическая	40–60	132±15 уд/мин	большая
Инженер-механик	отсутствует	циклическая (передвижения), ациклическая	40–60	130±10 уд/мин	большая
Инженер-гидротехник	отсутствует	циклическая (передвижения), ациклическая	30–40	127±15 уд/мин	средняя

Для дальнейшего исследования особенностей формирования физической подготовленности студентов к работе в агропромышленном комплексе мы провели опрос специалистов, работающих в данной отрасли, в различные годы закончивших учреждения высшего образования аграрного профиля. Анализ ответов респондентов показал их единодушие в том, что и на современном этапе развития сельского хозяйства специалистам агропромышленного комплекса необходим высокий уровень физической подготовленности. Среди физических качеств, наиболее значимых для успешного выполнения профессиональных функций, как управленческих, организационных, так и связанных с решением практических задач, респонденты выделяют, прежде всего, выносливость, а также силу.

Детальное изучение публикаций указанных выше авторов, исследовавших условия производственной деятельности специалистов агропромышленного комплекса в конце прошлого столетия, также позволяет выделить выносливость и силу как наиболее профессионально значимые физические качества для успешной работы в сельском хозяйстве. Приведенные на рис. диаграммы отображают результаты исследований, проводимых в разные годы А.А. Померанцевым (1986), С.А. Московских, Н.Г. Деминцевым (1986) [7], И.П. Кругликом (1988) [9] и А.К. Сучковым (2007–2013) [10], и подтверждают положение о необходимости приоритетного формирования физической подготовленности специалистов агропромышленного комплекса физическими качествами «выносливость» и «сила».

Таким образом, для эффективной подготовки студентов к предстоящей профессиональной деятельности в агропромышленном комплексе необходимо определять соотношения компонентов как в комплексе «физическая подготовленность» (состояние здоровья, умения и навыки, физические качества), так и в его составляющей – «физические качества». Профессионально направленное физическое воспитание в учреждениях высшего образования аграрного профиля предполагает приоритетное развитие наиболее важных для работы в сельском хозяйстве физических качеств – выносливости и силы. Это следует учитывать при составлении учебных планов и разработке учебных программ по «Физической культуре».

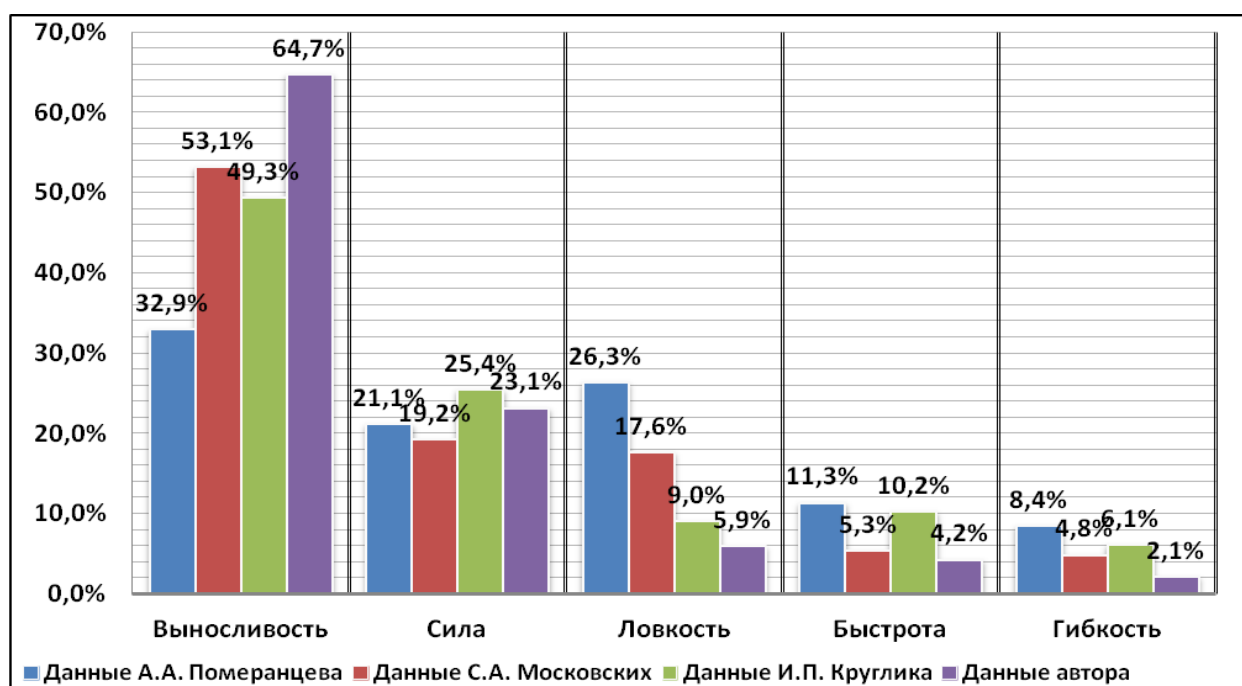


Рис. Диаграммы удельного веса физических качеств работников сельского хозяйства

Не менее важной составляющей физической подготовленности студентов к выполнению профессиональных обязанностей в будущей производственной деятельности является уровень их здоровья, а также мотивация к его сохранению и повышению.

По данным анализа медицинских документов и ежегодно проводимых опросов студентов Витебской государственной академии ветеринарной медицины выявлено, что:

- являются относительно здоровыми – 59,2% студентов;
- чувствуют себя удовлетворительно – 38,1%;
- плохо – 2,7%.

Не болеют и не пропускают занятия по болезни – 23,8%.

В то же время на вопрос «Придерживаетесь ли вы здорового образа жизни?» студенты отвечали:

- «постоянно придерживаюсь» – 29,4%;
- «не всегда» – 59,1%;
- «нет» – 11,5%.

Основным средством укрепления здоровья 74,9% обучающихся считают занятия физической культурой, но при этом более половины студентов пропускают занятия по ряду причин. Основными из них являются:

- различные заболевания – 51,4%;
- подготовка к другим занятиям – 19,7%;
- лень – 16,4%;
- считают занятия неинтересными, бесполезными – 12,5%.

Опираясь на приведенные данные, можно сделать предположение, что, осознавая всю важность занятий физической культурой, студенты не рассматривают их как средство для достижения профессиональной пригодности. Следовательно, существует необходимость улучшения физкультурно-оздоровительной и спортивно-массовой работы в учреждениях высшего образования. Студенты указали, что для этого требуется:

- «улучшить состояние спортивной базы» – 23,7%;
- «улучшить качество проведения занятий» – 21,9%;
- «усилить пропаганду физической культуры» – 29,3%;
- «все перечисленные меры» – 25,1%.

Государственная политика в области физической культуры, спорта и туризма в настоящее время позволяет эффективно решать вопросы улучшения спортивной базы учреждений высшего образования. Пропаганду же физической культуры следует проводить постоянно, используя при этом как урочные, так и неурочные формы занятий, спортивно-массовые мероприятия, наглядную агитацию. Что же касается «улучшения качества проведения занятий», при анализе бесед, проводимых со студентами I–IV курсов Витебской государственной академии ветеринарной медицины и Белорусской государственной сельскохозяйственной академии на занятиях по учебной дисциплине «Физическая культура», было выявлено, что для решения указанной проблемы необходимо в большей мере использовать тренировочные средства популярных, наиболее востребованных в студенческой среде видов спорта, тем самым больше предоставлять студентам право выбора в физическом совершенствовании, мотивируя их тем самым к учебным занятиям и повышая качество образовательного процесса. Наряду с предоставлением выбора средств физического воспитания, практикоориентированная учебная дисциплина «Физическая культура», основной задачей которой является подготовка студентов к будущей трудовой деятельности, не должна утрачивать «прикладности» – обеспечивать достижение физической подготовленности выпускников не к труду вообще, а к конкретным условиям профессиональной физической активности. При этом профессиональную направленность учебной дисциплины обеспечит использование методик достижения уровня физической подготовленности студентов на основе приоритетного совершенствования профессионально значимых физических качеств – выносливости и силы.

**Заключение.** В настоящее время прогрессивных технологий в агропромышленном комплексе по-прежнему требуется наличие у выпускников учреждений высшего образования аграрного профиля физической подготовленности, которая обеспечивала бы им возможность эффективного выполнения профессиональных функций при работе в неблагоприятных погодных условиях, во вредных условиях окружающей среды, при нестабильном рабочем графике и необходимой в отдельных производственных операциях высокой доле ручного труда. Характеризуя студенческие годы, отметим, что большинство хронических недомоганий, оказывающих негативное влияние на качество выполнения профессиональных обязанностей, приобретаются именно в это время, из-за недостаточного внима-

ния к образу жизни. Следовательно, актуальным является формирование грамотной, здоровой, гармонически развитой личности специалиста начиная с первых дней обучения. Необходимо отметить особую важность этого вопроса в современных условиях, учитывая государственную политику в области укрепления здоровья нации. Не менее важным является государственный курс на обеспечение собственными продуктами сельскохозяйственного производства. Учитывая значимость вышеуказанного, подчеркнем, что подготовку специалистов агропромышленного комплекса необходимо осуществлять на основе общих принципов физического воспитания: содействия всестороннему и гармоническому развитию личности, связи физического воспитания с практикой и оздоровительной направленности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев, Л.П. Теория и методика физической культуры / Л.П. Матвеев. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 543 с.
2. Смотрицкий, А.Л. Словарь-справочник по теории физической культуры / А.Л. Смотрицкий. – Могилев: УО «МОИПК и ПРР и СО», 2004. – 227 с.
3. Ильинич, В.И. Средства физической культуры и спорта в подготовке студентов к будущей профессиональной деятельности: перспективы разработки проблемы / В.И. Ильинич // Теория и практика физической культуры. – 1987. – № 10. – С. 15–16.
4. Саноян, Г.Г. Физическая культура для трудящихся: учеб. пособие / Г.Г. Саноян. – М.: Физическая культура, 2007. – 288 с.
5. Кряж, В.Н. Опыт мониторинга физической подготовленности нации в Республике Беларусь / В.Н. Кряж, З.С. Кряж // Научное обоснование физического воспитания, спортивной тренировки и подготовки кадров по физической культуре, спорту и туризму: материалы XII Междунар. науч. сессии по итогам НИР за 2010 год, Минск, 12–20 апр. 2011 г.: в 2 ч. / редкол.: М.Е. Кобринский (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУФК, 2011. – Ч. 2. – С. 47–49.
6. Виленский, М.Я. Физическая культура и здоровый образ жизни студента: учеб. пособие / М.Я. Виленский, А.Г. Горшков. – М.: КНОРУС, 2012. – 240 с.
7. Дубровский, А.В. Понятие «физическая готовность» в структуре общей готовности человека к профессиональной деятельности / А.В. Дубровский // Теория и практика физической культуры. – 2002. – № 3. – С. 40–41.
8. Краснов, В.П. Физическое воспитание трудящихся агропрома / В.П. Краснов. – Киев: Здоровья, 1990. – 118 с.
9. Круглик, И.П. Организация физкультурного образования на факультетах повышения квалификации в сельскохозяйственных институтах: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / И.П. Круглик; Гос. ин-т физ. культуры им. П.Ф. Лесгафта. – Л., 1990. – 24 с.
10. Сучков, А.К. Практикоориентированный вариативный компонент учебной дисциплины «Физическая культура» в учреждениях высшего образования аграрного профиля / А.К. Сучков, Е.И. Мартынова // Актуальные проблемы профессионального образования в Республике Беларусь и за рубежом: сб. науч. ст. участников I (Первой) Междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 5–6 дек. 2013 г. / Витеб. ф-л Междунар. ун-та «МИТСО»; редкол.: А.С. Ключников (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2013. – С. 87–89.

## REFERENCES

1. Matveyev L.P. *Fizkultura i sport* [Physical Education and Sports], M., 1991, 543 p.
2. Smotritsky A.L. *Slovar-spravochnik po teorii fizicheskoi kulturi* [Dictionary-Guide to the Theory of Physical Training], Mogilev, EI «MOIPK i PRR i SO», 2004, 227 p.
3. Ilinich V.I. *Teoriya i praktika fizicheskoi kulturi* [Theory and Practice of Physical Training], 1987, 10, pp. 15–16.
4. Sanoyan G.G. *Fizicheskaya kultura dlia trudiashchikhsia: ucheb. posobiye* [Physical Training for Workers: Textbook], M., Fizicheskaya kultura, 2007, 288 p.
5. Kryazh V.N., Kryazh Z.S. *Nauchnoye obosnovaniye fizicheskogo vospitaniya, sportivnoi trenirovki i podgotovki kadrov po fizicheskoi culture, sportu i turizmu: materialy XII Mezhdunar. nauch. sessii po itogam NIR za 2010 g., Minsk, 12–20 apr. 2011 g.: v 2 ch.* [Scientific Substantiation of Physical Education, Sports Training and Personnel Training in Physical Education, Sports and Tourism: Proceedings of the XII International Scientific Session on the Research Findings in 2010 in 2 Parts, Minsk, April 12–20, 2011], Minsk, BSUFC, 2011, Part 2, pp. 47–49.
6. Vilensky M.Y., Gorshkov A.G. *Fizicheskaya kultura i zdorovi obraz zhizni studenta: ucheb. posobiye* [Physical Training and Healthy Lifestyle of the Student: Textbook], M., KNORUS, 2012, 240 p.
7. Dubrovsky A.V. *Teoriya i praktika fizicheskoi kulturi* [Theory and Practice of Physical Training], 2002, 3, pp. 40–41.
8. Krasnov V.P. *Fizicheskoye vospitaniye trudiashchikhsia agroproma* [Physical Education of Agricultural Workers], Kiev, Zdoroviya, 1990, 118 p.
9. Kruglik I.P. *Organizatsiya fizikulturnogo obrazovaniya na fakultetakh povysheniya kvalifikatsii v selskokhoziaistvennykh institutakh: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk* [Organization of Physical Education at the Faculties of Advanced Training at Agricultural Institutions: Abstract of PhD (Education) Dissertation], Gos. in-t fiz. kulturi im. P.F. Lesgafta, L., 1990, 24 p.
10. Suchkov A.K., Martynova E.I. *Aktualniye problemi professionalnogo obrazovaniya v Respublike Belarus i za rubezhom: sb. nauch. st. uch-kov Pervoi Mazhdun. nauch.-prakt. konf., Vitebsk, 5–6 dek. 2013* [Current Issues of Professional Education in the Republic of Belarus and Abroad, Proceedings of Participants of the I (First) International Scientific and Practical Conference, Vitebsk, December 5–6, 2013, Vitebsk Branch of the International University «MITSO»], Vitebsk, 2013, pp. 87–89.

Поступила в редакцию 16.07.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: 1965aks@mail.ru – Сучков А.К.

УДК 811.161.1:378.147(476)–054.73

# Первая типовая программа по русскому языку как иностранному для беженцев и лиц, ищущих убежища, обучающихся в вузах Республики Беларусь по программе УВКБ ООН

О.А. Климкович, И.Я. Кураш, С.М. Яковлев

Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машерова»

С 2012 года в Витебском государственном университете начато обучение беженцев и лиц, ищущих убежища, подмандатных УВКБ ООН.

Цель статьи – обосновать принципы создания, отбор содержания и объем учебного материала, включенного в программу по русскому языку как иностранному для беженцев и лиц, ищущих убежища, на уровне минимальной коммуникативной достаточности, принимая во внимание специфику обучения указанного контингента.

**Материал и методы.** Материал – типовая программа по русскому языку как иностранному для беженцев и лиц, ищущих убежища, обучающихся в вузах Республики Беларусь по программе УВКБ ООН, типовые программы по русскому языку как иностранному (начальный уровень обучения), типовые тесты для приема в гражданство Российской Федерации, материалы комплексных экзаменов по русскому языку как иностранному для мигрантов. Методы исследования: общенаучные (анализ, синтез, индукция, дедукция, сравнение, обобщение), нарративный, сравнительно-сопоставительный и метод системного анализа.

**Результаты и их обсуждение.** В статье анализируются такие методические проблемы создания типовой программы для специфического контингента учащихся (беженцев и лиц, ищущих убежища), как ограниченное количество часов на изучение материала; преобладание обучения устной речи над обучением письменной речи; тщательный отбор речевых ситуаций и документов, с которыми беженцы сталкиваются в реальной жизни; учет принципа доступности при обучении РКИ; языковая подготовка слушателей и возможности трансляции знаний; опора на уже имеющиеся методические материалы для беженцев как в Беларуси, так и в России; требования к обучению русскому языку как иностранному, подразумевающие выход на уровень, достаточный для сдачи экзамена на получение гражданства.

**Заключение.** Первая типовая программа по русскому языку как иностранному для беженцев и лиц, ищущих убежища, обучающихся в вузах Республики Беларусь по программе УВКБ ООН, отвечает требованиям, предъявляемым к типовым программам вузов Республики Беларусь. Она учитывает накопленный опыт вузов России и Беларуси по языковому обучению беженцев. Данная программа включает в себя все виды работы, применяемые при обучении иностранцев русскому языку. В перспективе программа может быть использована для разработки тестов для приема в гражданство Республики Беларусь и подготовки к их выполнению. Предполагается, что на базе данной программы в Беларуси будет создано учебное пособие для беженцев и лиц, ищущих убежища. Опубликованная учебно-методическая карта обеспечивает преподавателей необходимым материалом по основным аспектам обучения русскому языку как иностранному в условиях отсутствия специализированного учебного пособия.

**Ключевые слова:** русский язык как иностранный, типовая программа, беженцы, типовой тест для приема в гражданство, учебно-методическая карта.

## First Model Russian as a Foreign Language Curriculum for Refugees and Asylum Seekers, UNHCR Program University Students in the Republic of Belarus

O.A. Klimkovich, I. Ya. Kurash, S.M. Yakovlev

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

Since 2012 Vitebsk State University has been training refugees and asylum seekers who are of concern to UNHCR.

The purpose of the article is to present grounds for principles, selection of the contents and the amount of academic material, which is included into the Russian Language as a Foreign Language Curriculum for refugees and asylum seekers, at the level of the minimal communicative sufficiency taking into consideration the specifics of teaching such students.

**Material and methods.** The material is a model curriculum on the Russian language as a foreign language for refugees and asylum seekers studying at higher educational institutions of the Republic of Belarus under the UNHCR program, standard Russian as a foreign language curricula (basic and elementary level), standard tests for admission to the citizenship of the Russian Federation, materials of Complex Examinations in Russian as a foreign language for migrants. The research methods are general scientific (analysis, synthesis, induction, deduction, comparison, generalization), narrative, comparative and method of system analysis.

**Findings and their discussion.** The article analyzes such methodological problems of creating a model curriculum for specific type of students (refugees and asylum seekers) as limited number of hours to study the material; the prevalence of oral speech training over teaching written speech; careful selection of speech situations and documents that refugees face in real life; consideration of the principle of accessibility in the training of RFL; language training of students and the possibility of knowledge passing; the reliance on the already available methodological materials for refugees both in Belarus and in Russia; requirements for teaching Russian as a foreign language, implying the level sufficient for passing citizenship examinations.

**Conclusion.** The first model curriculum on the Russian as a foreign language for refugees and asylum seekers higher educational institutions of the Republic of Belarus students under the UNHCR program meets the requirements for standard curricula of higher educational institutions of the Republic of Belarus. It takes into account the accumulated experience of the universities of Russia and Belarus on the language training of refugees. This program includes all types of work used in teaching foreigners the Russian language. In the future, the curriculum can be used to develop tests for admission to the citizenship of the Republic of Belarus. It is assumed that a training manual for refugees and asylum seekers will be created on the basis of this curriculum in Belarus. The published educational and methodological map provides the necessary material on the main aspects of teaching Russian as a foreign language when there is no specialized textbook.

**Key words:** Russian as a foreign language, model curriculum, refugees, standard citizenship admission test, academic and methodological map.

Обучение русскому языку как иностранному на современном этапе получает новое направление в связи со сложившейся в мире политической обстановкой – обучение языку беженцев и лиц, ищущих убежища. Основной поток беженцев приходится на страны Западной Европы, однако Республика Беларусь не может оставаться в стороне от мировых тенденций. Ежегодно количество беженцев и лиц, ищущих убежища, увеличивается, и Республика Беларусь как страна, подписавшая международные договоры по защите беженцев, обязана способствовать их адаптации на своей территории. Важнейшим вопросом адаптации является обучение государственному языку страны пребывания.

Практика обучения русскому языку как иностранному в вузах Беларуси имеет свою историю и традиции, однако в 2017 году встал вопрос о создании официально утвержденной типовой программы по русскому языку как иностранному для беженцев и лиц, ищущих убежища. Министерство образования Республики Беларусь поручило нашему вузу создание части программы, касающейся уровня минимальной коммуникативной достаточности. В перспективе данная программа может быть использована в качестве основы для создания системы государственного тестирования по русскому языку для приема в гражданство Республики Беларусь.

Цель – обосновать принципы создания, отбор содержания и объем учебного материала, включенного в программу по русскому языку как иностранному для беженцев и лиц, ищущих убежища, на уровне минимальной коммуникативной достаточности, принимая во внимание специфику обучения указанного контингента.

**Материал и методы.** При разработке программы рабочая группа проанализировала следующие материалы:

- типовую программу по дисциплине «Русский язык как иностранный»: Лебединский, С.И. Русский язык как иностранный: Типовая учебная программа для подготовительных отделений. Утверждено Министерством образования Республики Беларусь (20 мая 2003 г. Регистрационный № ТД-283/тип.). – С.И. Лебединский [и др.];
- типовой тест по русскому языку для приема в гражданство Российской Федерации;
- материалы комплексных экзаменов по русскому языку как иностранному для мигрантов МГУ локального центра тестирования ЕВРАЗ МГУ имени М.В. Ломоносова;
- материалы государственного тестирования по русскому языку как иностранному иностранных граждан и лиц без гражданства для приема в гражданство Российской Федерации, разработанные



сотрудниками Государственного института русского языка им. А.С. Пушкина, Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Российского университета дружбы народов, Санкт-Петербургского государственного университета (авторы-составители: Н.П. Исаев, Е.Л. Корчагина (Гос. ИРЯ им. А.С. Пушкина), Т.М. Балыхина, С.И. Ельникова, И.Г. Костина, Н.М. Румянцева (РУДН), И.Н. Афанасьева, Л.П. Клобукова, В.А. Степаненко, А.А. Толстых (МГУ им. М.В. Ломоносова)).

Методы исследования: общенаучные (анализ, синтез, индукция, дедукция, сравнение, обобщение), нарративный, сравнительно-сопоставительный и метод системного анализа.

**Результаты и их обсуждение.** При создании типовой программы следовало учитывать следующие моменты:

- ограниченное количество часов на изучение материала;
- преобладание обучения устной речи над обучением письменной речи;
- тщательный отбор речевых ситуаций и документов, с которыми беженцы сталкиваются в реальной жизни;
- учет принципа доступности при обучении РКИ;
- языковая подготовка слушателей и возможности трансляции знаний;
- опора на уже имеющиеся методические материалы для беженцев как в Беларуси, так и в России;
- требования к обучению русскому языку как иностранному, что подразумевает также выход на уровень, достаточный для сдачи экзамена на получение гражданства.

Сложившаяся практика преподавания РКИ для беженцев и ЛИУ показывает, что около 80% слушателей обучаются в течение 1–2 лет. Общее количество часов на преподавание РКИ за этот период составляет 180 часов аудиторных занятий (3 раза в неделю по два часа – 2 семестра по 90 часов или 2 раза в неделю по 2 часа – 3 семестра по 60 часов). Хотя общее количество аудиторных занятий невелико, представляется возможным дать базовые знания для общения в новом языковом окружении. Самостоятельная работа может проводиться, но опыт показывает, что выполняют ее только высокомотивированные слушатели. Продуктивность занятий определяется тщательным отбором языкового материала и грамотной структурой. Начальный этап обучения предполагает обязательное посещение всех занятий вводно-фонетического курса. Согласно разработанной программе на вводно-фонетический курс отводится 22 часа, на изучение основного лексико-грамматического курса – 166 часов (из которых изучение грамматического материала – 60 часов, обучение устной речи – 106 часов), 2 часа – на итоговое тестирование.

Из распределения часов видно, что основное их количество отводится на устную практику, которая включает говорение (диалогическую и монологическую речь), аудирование (в том числе с использованием видеоматериалов).

Диалогическая речь реализуется в различных коммуникативных ситуациях. Следует отметить, что речевые ситуации, необходимые для адаптации беженцев, значительно отличаются от классических речевых ситуаций для иностранных студентов. При этом исключаются отдельные ситуации, связанные с общением в университете, библиотеке, общежитии, и добавляются ситуации, жизненно необходимые для беженцев: миграционная служба, устройство на работу, заполнение документов, анкет, проживание в центре временного пребывания. Особый упор при отборе ситуаций сделан на коммуникацию в транспорте, медицинских учреждениях, в быту при покупке и приготовлении пищи, при общении с представителями правоохранительных органов. Языковое наполнение речевых ситуаций должно содержать оптимальный материал, адаптированный к местным условиям. При работе над речевыми ситуациями важно дать образцы реальных документов, с которыми сталкиваются беженцы и лица, ищущие убежища, в жизни (почтовое извещение, заполнение карточки в поликлинике, понимание информации, находящейся на билетах, чеках, талонах).

Монологическая речь по сравнению с классическими программами РКИ представлена значительно уже и адаптирована под реальные ситуации общения. Особенно важными являются темы, связанные с представлением личных данных, с беседами о профессии, о родной стране и городе, о своей культуре и традициях.

Работа над аудированием, предложенная в программе, предполагает два аспекта: восприятие устной речи преподавателя или аудиоматериалов; восприятие видеоматериалов. В результате этой работы слушатели «учатся быстро и комфортно распознавать и воспроизводить основные фразы в повседневной сфере общения» [1, с. 11]. Отбор текстов, аудио- и видеоматериалов должен соответствовать следующим требованиям:

- доступность по объему и сложности лексического и грамматического материала;
- сюжетность, проблемность и актуальность изучаемых текстов;
- представленность элементов страноведческого характера.

Учет принципа доступности является очень важным при обучении беженцев, так как состав групп сильно варьируется по уровню образования, возрасту, знанию иностранных языков и основ грамматики. Опыт показал, что применение одних и тех же методов при различном составе групп дает совершенно разные результаты. Принцип доступности предполагает осознанное усвоение материала, в связи с чем следует учитывать скорость представления материала и способ его представления (прямой или с использованием языка-посредника, с применением транслятора). Важным является отбор лексики, которая должна характеризоваться частотностью употребления и широтой использования. Отдельно следует обратить внимание на лексику, которая усваивается без контроля преподавателя (просторечную и инвективную).

Существенное значение имеют языковая подготовка слушателей и возможности трансляции знаний. Среди беженцев бывают люди, которые не владеют не только иностранными языками, но и основами грамматики родного языка. В данном случае преподаватель РКИ обязан дать понятия основных грамматических категорий и структуры предложения. В случае, если в группе есть беженцы с высшим образованием, подобных проблем не возникает.

При отсутствии общего с преподавателем языка используется прямой метод, который активизирует мыслительные процессы слушателя, но при этом скорость усвоения материала резко падает.

Для ускорения можно применять наглядность, а также материалы онлайн словарей. Нужно отметить, что обращение к онлайн словарям является необходимым при изучении абстрактной лексики и служебных частей речи.

Учитывая, что в группы, как правило, попадают люди с различным уровнем образования, предполагается выявление и использование так называемых трансляторов, т.е. людей, которые могут донести до слушателей изложенный преподавателем материал, так как владеют языком, общим с преподавателем.

Такой вид работы полезен и самому транслятору, так как объяснение русской грамматики и лексики предполагает ее более глубокое понимание и лучшее запоминание. Безусловно, подобный способ трансляции материала экономит временные ресурсы.

Конечно, создание первой типовой программы по РКИ для беженцев и ЛИУ предполагало изучение, анализ и учет известных методических материалов, созданных в Беларуси и России, среди которых самыми значимыми являются программы [2; 3], тестовые материалы [4–9], специализированные учебные пособия по РКИ для беженцев [10], наиболее известные учебно-методические пособия по РКИ для вузов [1; 11; 12].

Обучение русскому языку как иностранному беженцев предполагает получение вида на жительство, а в дальнейшем и гражданства. В России и других странах для получения гражданства, кроме прочего, необходимо сдать тест на знание государственного языка.

В Беларуси идет оживленная дискуссия о включении данного требования в процедуру получения гражданства. В связи с этим разработанная программа учитывает требования существующих в России тестов по языку для получения гражданства и готовит беженцев к тому, что они смогут при необходимости пройти подобный экзамен в Беларуси. Подготовка к тесту, кроме собственно грамматического и лексического материала, должна включать страноведческий материал. Поэтому напрямую использовать российские тесты не представляется возможным.

Таблица

Пример учебно-методической карты (вводно-фонетический курс)

№ п/п	Тема занятия	Кол-во часов	Языковая компетенция	Говорение	Чтение	Мультимедийные материалы для введения грамматики, аудирования, обсуждения	Письмо	Литература
1.	Вводно-фонетический курс. Имя существительное. Категория числа и рода. Личные и притяжательные местоимения.	2	Гласные звуки русского языка. Артикуляционно-акустическая характеристика гласных звуков и обозначение их на письме. Гласные звуки [a], [o], [y], [э], [u], [ы]. Буквы а, о, у, э, ы, и. Сопоставление гласных звуков [m], [n], [п], [б], [ф], [в]. Буквы м, н, п, б, ф, в.	Речевые формулы приветствия и прощания (Здравствуйте, до свидания). Диалог: – Как Вас / тебя / ее / его зовут? – Меня / ее / его зовут ...	[4, с. 12]*; [9, с. 6]; [10, с. 4]; [11, с. 6]; [12, с. 22]; [13, с. 5]; [16, с. 6]; [21, с. 5].	Фильм о Беларуси <a href="https://www.youtube.com/watch?v=MkUzeYWa7-8">https://www.youtube.com/watch?v=MkUzeYWa7-8</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=sybwY6i7Uyc">https://www.youtube.com/watch?v=sybwY6i7Uyc</a> [17, с. 17]; [17, с. 25].	Написание букв, слогов и слов.	[4]; [9]; [10]; [11]; [12]; [13]; [16]; [17]; [21].
2.		2	Согласные звуки [т], [д], [л]. Буквы т, д, л. Интонация. ИК-1, ИК-3. Союзы и, а. Род имен существительных.	Речевые формулы благодарности (Спасибо, пожалуйста). Диалог: – Откуда Вы? – Я из ... Диалог: – Это дом? – Да, это дом. / Нет, это не дом. / Нет, это не дом, это ... Выражение согласия и отрицания (да, нет).	[4, с. 13]; [9, с. 18]; [11, с. 15]; [16, с. 7]; [21, с. 6].	Фильм о природе Республики Беларусь <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Mk3wFQKlxZM">https://www.youtube.com/watch?v=Mk3wFQKlxZM</a>	Написание букв, слогов, слов и предложений.	[4]; [9]; [11]; [16]; [17]; [21].

Продолжение табл.

3.	2	Согласные звуки [к], [г], [х], [р]. Буквы к, г, х, р. ИК-2. Множественное число существительных.	Числительные 1–10. Диалог: – Как дела? – Спасибо, хорошо / нормально / плохо. Диалоги: – Что это? / Кто это? – Это ... – Я не знаю, что это / кто это.	[4, с. 14]; [9, с. 30]; [11, с. 23]; [16, с. 10]; [21, с. 8].	Фильм о Минске <a href="https://www.youtube.com/watch?v=VSBLWRZkUp0">https://www.youtube.com/watch?v=VSBLWRZkUp0</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=wNvAW0C5_8">https://www.youtube.com/watch?v=wNvAW0C5_8</a> [17, с. 19].	Написание букв, слогов, слов и предложений. Оформление диалога на письме.	[2]; [4]; [9]; [11]; [16]; [17]; [21].
4.	2	Согласные звуки [с], [з], [ш], [ж]. Буквы с, з, ш, ж. Оглушение. Озвончение. ИК-4.	Диалог: – Кто он? – Он доктор. / Я не знаю, кто он. – А вы? – А я экономист. Диалог: – Где ...? / Когда ...? – ... / Я не знаю, где / когда ...	[4, с. 17]; [9, с. 46]; [11, с. 47]; [16, с. 15]; [21, с. 13].	Фильмы о белорусских городах (Витебск) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=VkitHn8j7E">https://www.youtube.com/watch?v=VkitHn8j7E</a> [17, с. 32].	Написание букв, слогов, слов и предложений. Оформление письменного текста.	[2]; [4]; [9]; [11]; [16]; [17]; [21].
5.	2	Согласный звук [й]. Буквы й, ъ, ѳ, е, е, ю, я. Личные местоимения. Род имен существительных (обобщение).	Диалог: – У вас / у тебя есть ...? – Да, у меня есть ... / Нет, у меня нет ... Диалог: – Покажите, пожалуйста, ваши документы: паспорт или удостоверение. – Вот удостоверение. – Спасибо. Диалог: – Ваше имя, отчество и фамилия? – Меня зовут ... . Моя фамилия ... . ... . Мое имя ... . Мое отчество ... .	[4, с. 18]; [9, с. 64]; [11, с. 72]; [13, с. 8]; [16, с. 22]; [18, с. 13]; [21, с. 15].	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=IzVdhwg9Hio">https://www.youtube.com/watch?v=IzVdhwg9Hio</a>	Написание букв, слогов, слов и предложений. Указание имени, отчества и фамилии при заполнении бланков.	[4]; [9]; [11]; [13]; [16]; [17]; [18]; [21].

Продолжение табл.

6.	2	Согласные звуки [ч'], [ш'], [ц]. Буквы ч, ш, ц. Одушевленные и неодушевленные существительные.	Числительные 11–20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100. Диалог: – Сколько вам / тебе лет...? – Мне ... Диалог: – Извините, пожалуйста, где дом номер 13? – Дом номер 14? – Нет-нет, дом номер 13. – Вот он / справа / там.	[4, с. 30]; [9, с. 72]; [11, с. 61]; [13, с. 25]; [16, с. 51]; [21, с. 56].	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=TmruZKyN8">https://www.youtube.com/watch?v=TmruZKyN8</a> [17, с. 40].	Написание букв, слогов, слов и предложений. Указание данных из удостоверения личности на письме.	[4]; [9]; [11]; [13]; [16]; [17]; [21].
7.	2	Притяжательные местоимения.	Числительные 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000. Диалог: – Чей это ...? – Это мой / твой ... Диалог: – Скажите / назовите, пожалуйста, ваш адрес. – Мой адрес: город ..., улица ..., дом № ..., квартира / комната № ...	[4, с. 18]; [9, с. 93]; [11, с. 78]; [15, с. 9]; [16, с. 58]; [18, с. 7]; [21, с. 33].	[17, с. 38].	Написание букв, слогов, слов и предложений. Указание адреса при заполнении документов.	[4]; [9]; [11]; [15]; [16]; [17]; [18]; [21].
8.	2	Мягкие согласные звуки [м], [н], [л], [п], [р]. Множественное число существительных (обобщение).	Диалог: – Скажите, пожалуйста, у вас есть телефон? – Да, конечно. – Можете ваш номер. – Пожалуйста, ... Диалог: – Извините, пожалуйста, можно ваш номер телефона? – Конечно, пожалуйста. Мой номер ... – Это МТС, Velcom или Life? – Это МТС.	[4, с. 21]; [9, с. 85]; [11, с. 87]; [16, с. 25]; [21, с. 35].	[17, с. 40]; [17, с. 70].	Написание букв, слогов, слов и предложений. Указание номера телефона при заполнении документов.	[4]; [9]; [11]; [16]; [17]; [21].

Окончание табл.

9.	2	Мягкие согласные звуки [ф], [в], [м], [д].	Диалог: – Сколько стоит ... – ... стоит ... рубль / рубля / рублей. – Покажите, пожалуйста, ... – Дайте, пожалуйста ... Диалог: – У вас наличные или карточка? – Наличные / Карточка. – Пин-код, пожалуйста? – Дисконтная карта? – К сожалению, нет. – Вам нужен пакет? – Да, нужен. – Большой или маленький? – Большой.	[4, с. 22]; [9, с. 100]; [10, с. 16]; [11, с. 93]; [15, с. 11]; [15, с. 28]; [16, с. 27]; [21, с. 36].	Фильм о белорусской кухне: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=aPGR3983XCK">https://www.youtube.com/watch?v=aPGR3983XCK</a>	Написание букв, слогов, слов и предложений. Указание цены, стоимости товаров и услуг.	[4]; [9]; [10]; [11]; [15]; [16]; [17]; [21].
10.	2	Мягкие согласные звуки [л], [р], [к], [з], [х], [с], [ж].	Диалог: – У вас есть билет? – Да, конечно. Вот мой билет. Диалог: – Сколько стоит билет? – Билет стоит ... – Дайте, пожалуйста, 1 билет. – Возьмите. – Спасибо.	[4, с. 23]; [9, с. 111]; [11, с. 102]; [16, с. 32]; [21, с. 40].	[17, с. 41]; [17, с. 121].	Написание букв, слогов, слов и предложений. Оформление диалога на письме.	[4]; [9]; [11]; [16]; [17]; [21].
11.	2	Повторение и обобщение изученного материала.	Диалог: – Какая остановка следующая? – Следующая остановка «Площадь Победы». – Остановите, пожалуйста, на следующей. Диалог: – Скажите, пожалуйста, вы выходите на следующей остановке? – Да, выхожу. / Нет, не выхожу. – Извините, можно пройти? – Конечно.	[9, с. 131]; [11, с. 178]; [16, с. 61]; [19, с. 43]; [19, с. 83]; [21, с. 90].	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=WgYFQA-2cn4">https://www.youtube.com/watch?v=WgYFQA-2cn4</a>	Написание мини-текста о себе по вопросам.	[9]; [10]; [11]; [16]; [17]; [19]; [21].

\*Ссылки на литературу, указанную в типовой программе (информационно-методическая часть: литература к модулю 1)

**Заклучение.** Первая типовая программа по русскому языку как иностранному для беженцев и лиц, ищущих убежища, обучающихся в вузах Республики Беларусь по программе УВКБ ООН, отвечает требованиям, предъявляемым к типовым программам вузов Республики Беларусь. Она учитывает накопленный опыт вузов России и Беларуси по языковому обучению беженцев.

Данная программа включает в себя все виды работы, применяемые при обучении иностранцев русскому языку. В результате обучения с использованием данной учебно-методической карты (табл.) обучающиеся овладевают определенным корпусом лексических единиц русского языка, его грамматическим строем, фонетической системой, нормами и правилами употребления языковых единиц; знакомятся с культурными особенностями носителей языка; учатся выбирать и применять адекватные языковые формы и средства в зависимости от цели и ситуации общения, от социальных ролей участников коммуникации; адекватно понимать культурные особенности носителей языка и использовать их в процессе общения; употреблять вербальные и невербальные средства коммуникации; в вербальной форме и в соответствии с законами и нормами русского языка реализовать определенные типы и виды речевых интенций.

В перспективе программа может быть применена для разработки и подготовки к выполнению тестов для приема в гражданство Республики Беларусь. Предполагается, что на базе данной программы в Беларуси будет создано учебное пособие для беженцев и лиц, ищущих убежища.

Опубликованная учебно-методическая карта обеспечивает необходимым материалом по основным аспектам обучения русскому языку как иностранному в условиях отсутствия специализированного учебного пособия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ласкарева, Е.Р. Русский язык как иностранный. Практический интенсивный курс / Е.Р. Ласкарева. – М.: Юрайт, 2015. – 373 с.
2. Русский язык как иностранный (Общее владение). Учебная программа для иностранных граждан, осваивающих образовательные программы подготовки к поступлению в учреждения высшего (среднего специального) образования / Е.В. Кишкевич, Ж.В. Прокопина. – Минск, 2017.
3. Русский язык как иностранный: типовая учебная программа для иностранных слушателей подготовительных факультетов и отделений высших учебных заведений / С.И. Лебединский [и др.]; под ред. С.И. Лебединского. – Минск: БГУ, 2006. – 416 с.
4. Антонова, В.Е. Типовые тесты по русскому языку как иностранному. Базовый уровень. Общее владение. Варианты / В.Е. Антонова, М.М. Нахабина, А.А. Толстых. – СПб.: Златоуст, 2012. – 124 с.
5. Румянцева, Н.М. Тренировочные тесты по русскому языку для трудящихся мигрантов: практикум / Н.М. Румянцева [и др.]. – М.: Русский язык. Курсы, 2014. – 152 с.
6. Тестирование по русскому языку на гражданство Российской Федерации. – Режим доступа: <https://centrvraz.ru/testirovanie-na-grazhdanstvo>. – Дата доступа: 10.01.2018.
7. Типовой тест по русскому языку для приема в гражданство Российской Федерации. – М.–СПб.: Златоуст, 2005. – 72 с.
8. Шиманюк, Е.Г. Тестовый практикум по русскому языку для иностранных граждан. Экспресс-репетитор для сдачи экзамена гражданам, желающим получить разрешение на работу (патент), временное проживание и вид на жительство / Е.Г. Шиманюк, Т.Э. Корепанова. – М.: Издательство ИКАР, 2015. – 52 с.
9. Экзамен по приему в гражданство Российской Федерации. – Режим доступа: <https://www.pushkin.institute/Certificates/cgt/ekzamen-priyemu-v-grazhdanstvo-rossiyskoy-federatsii.php>. – Дата доступа: 10.01.2018.
10. Голубева, А.В. Мы живем и работаем в России: учебник русского языка для трудовых мигрантов: начальный курс / А.В. Голубева. – СПб.: Златоуст, 2011. – 128 с.
11. Лазовская, А.И. Русский язык как иностранный для начинающих: в 2 ч. / А.И. Лазовская, Е.В. Тихоненко. – Минск: РИВШ, 2013.
12. Хавронина, С.А. Русский язык в упражнениях: учеб. пособие (для говорящих на английском языке) / С.А. Хавронина, А.И. Широноская. – М.: Русский язык. Курс, 2015. – 384 с.

#### REFERENCES

1. Laskareva E.R. *Russki yazyk kak inostranny. Prakticheki intensivny kurs* [Russian as a Foreign Language. Practical Intensive Course], M., Yurait, 2015, 373 p.
2. Kishkevich E.V., Prokonina Zh.V. *Russki yazyk kak inostranny (Obshcheye vladeniye). Uchebnaya programma dlia inostrannykh grazhdan, osvvaivayushchikh obrazovatelniye programmy podgotovki k postupleniyu v uchrezhdeniya vysshego (srednego spetsialnogo) obrazovaniya* [Russian as a Foreign Language (General Competence). Academic Training Curriculum for Foreigners Seeking Admittance to Universities and Colleges], Minsk, 2017.
3. Lebedinski S.I. *Tipovaya programma Russki yazyk kak inostranni: tipovaya uchebnaya programma dlia inostrannykh slushatelei podgotovitelnykh fakultetov i otdelenii vysshikh uchebnykh zavedenii* [Russian as a Foreign Language Curriculum: Standard Curriculum for Foreign University Prep Faculties and Departments Students], Minsk, BGU, 2006, 416 p.
4. Antonova V.E., Nakhabina M.M., Tolstykh A.A. *Tipovyye testi po russkomu yazyku kak inostrannomu. Bazovyi uroven. Obshcheye vladeniye. Varianty* [Standard Russian as a Foreign Language. Base Level. General Competence. Variants], SPb., Zlatoust, 2012, 124 p.

5. Rumiantseva N.M. *Trenirovochniye testy po russkomu yazyku dlia trudiashchikhsia migrantov: praktikum* [Practice Tests in Russian for Job Migrants: Practice Book], M., Russki yazyk. Kursy, 2014, 152 p.
6. *Testirovaniye po russkomu yazyku na grazhdanstvo Rossiyskoi Feredatsii* [Russian Federation Citizenship Russian Test]. – Available at: <https://centrevraz.ru/testirovanie-na-grazhdanstvo>. – Accessed: 10.01.2018.
7. *Tipovoi test po russkomu yazyku dlia priyema v grazhdanstvo Rossiiskoi Federatsii* [Russian Federation Citizenship Russian Language Standard Test], M., SPb., Zlatoust, 2005, 72 p.
8. Shimaniuk E.G., Korepanova T.E. *Testovii praktikum po russkomu yazyku dlia inostrannykh grazhdan. Ekspres-repetitor dlia sdachi ekzamina grazhdanam, zhelayushchim poluchit razresheniye na rabotu (patent), vremennoye prozhivaniye i vid na zhitelstvo* [Russian Test Practice Book for Foreigners. Exam Express Trainer for People Seeking Job Permits, Temporary Accommodation and Residence], M., Izdatelstvo IKAR, 2015, 52 p.
9. Ekzamen po priyemu v grazhdanstvo Rossiiskoi Federatsii [Russian Federation Citizenship Exam]. – Available at: <https://www.pushkin.institute/Certificates/cgt/ekzamen-po-priyemu-v-grazhdanstvo-rossiyskoy-federatsii.php>. – Accessed: 10.01.2018.
10. Golubeva A.V. *My zhivem i rabotayem v Rossii: uchebnik russkogo yazyka dlia trudovykh migrantov: nachalni kurs* [We Live and Work in Russia: Russian Textbook for Job Migrants: Elementary Course], SPb., Zlatoust, 2011, 128 p.
11. Lazovskaya A.I., Tikhonenko E.V. *Russki yazyk kak inostranny dlia nachinayushchikh* [Russian as a Foreign Language for Beginners], in 2 Parts, Minsk, RIVSh, 2013.
12. Khavronina S.A., Shirochenskaya A.I. *Russki yazyk v uprazhneniyakh: uchebnoye posobiye (dlia govoriashchikh na angliyskom yazyke)* [Russian in Exercises: Textbook (for English Speakers)], M., Russki yazyk Kurs, 2015, 384 p.

Поступила в редакцию 29.06.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: [olga-klimkovich@mail.ru](mailto:olga-klimkovich@mail.ru) – Климкович О.А.



# Фитнес на мини-батутах в физическом воспитании студентов непрофильных УВО: история возникновения, предпосылки внедрения, структура и содержание занятия

Д.Э. Шкирьянов\*, А.В. Константинова\*\*

\*Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

\*\*Учреждение образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»

Существующие недостатки современной системы физического воспитания студентов непрофильных учреждений высшего образования определяют необходимость совершенствования методико-практического раздела по дисциплине «Физическая культура». Согласно данным научных исследований последних лет эффективным решением существующей проблемы является внедрение фитнес-технологий в образовательный процесс. Поиск оптимального содержания таких занятий привел к изучению вопроса организации занятий фитнесом на мини-батутах. Установлено, что в практике физической культуры это направление недостаточно рассмотрено и описано, ввиду чего существует необходимость научно-исследовательской и методической работы в контексте обозначенной проблемы.

Цель статьи – теоретико-экспериментальное обоснование внедрения фитнеса на мини-батутах в физическое воспитание студентов-девушек непрофильных учреждений высшего образования.

**Материал и методы.** Исследование было организовано в три этапа на базе УО «ВГМУ». Программа первого этапа предусматривала определение исторических периодов развития фитнеса на мини-батутах. В рамках второго этапа установлены предпосылки его внедрения в учебный процесс по дисциплине «Физическая культура»: изучен уровень физической подготовленности и физического здоровья 175-ти студентов-девушек II курса лечебного факультета, проведено анкетирование 151-го студента-девушки I–II курсов, проведен анализ содержания работы более 400 фитнес-центров Республики Беларусь. На третьем этапе исследования спроектированы модельные характеристики структуры и содержания занятия фитнесом на мини-батутах в условиях учреждения высшего образования.

В работе использовались следующие методы: анализ научно-методической литературы, антропометрия, метод индексов и функциональных проб, педагогическое тестирование, анкетирование (google forms), педагогическое проектирование, методы математической статистики.

**Результаты и их обсуждение.** Известно, что первые упоминания о занятиях на мини-батутах датируются 1970–1980 годами. Как вид оздоровительной физической культуры фитнес на мини-батутах был предложен в начале XXI века. В Республике Беларусь официальное зарождение данного направления фитнеса датируется 2015 годом. В результате анализа показателей физической подготовленности и физического здоровья (по А.Г. Апанасенко) установлен недостаточный уровень развития выносливости и силы у студентов-девушек УО «ВГМУ», выявлены предпосылки к совершенствованию содержания учебных модулей дисциплины «Физическая культура». Высокий уровень заинтересованности учащихся во внедрении фитнес-технологий в образовательный процесс позволил определить доминирующие мотивы и наиболее популярные фитнес-программы. В работе рассмотрены предпосылки введения фитнеса на мини-батутах в методико-практический раздел учебного материала дисциплины «Физическая культура», изучены условия распространения данного вида занятий в работе фитнес-центров страны. Спроектированы модельные характеристики структуры и содержания урочного занятия фитнесом на мини-батутах в условиях учреждения высшего образования.

**Заключение.** Определены исторические этапы развития фитнеса на мини-батутах. Выявлена необходимость совершенствования содержания учебных модулей дисциплины «Физическая культура» посредством внедрения занятий на мини-батутах. Впервые разработаны модельные характеристики занятий фитнесом на мини-батутах в рамках методико-практического раздела учебной дисциплины «Физическая культура»: подготовительная часть (1. Разминка: 1.1. Разогревание. 1.2. Стрейтчинг); основная часть (2. Аэробная часть: 2.1. Аэробная разминка. 2.2. «Аэробный пик». 2.3. Первая аэробная «заминка». 3. Упражнения на полу; заключительная часть – вторая «заминка»).

**Ключевые слова:** фитнес, мини-батуты, учреждение высшего образования, физическая культура, студент, уровень физической подготовленности, уровень физического здоровья.

# Mini Trampoline Fitness in Physical Education of Non-Sports University Students: History of Emergence, Prerequisites of Introduction, Class Structure and Content

D.E. Shkiryanov\*, A.V. Konstantinova\*\*

\*Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

\*\*Education Establishment «Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University»

*Disadvantages of the contemporary system of physical education of non-sports university students predetermine the need for improving the methods and practice section of Physical Training discipline. According to recent research the efficient solution to this problem is the introduction of fitness technologies in the educational process. The search for the effective content of such classes led to the study of the issue of mini trampoline fitness classes' organization. It was found out that in Physical Training practice this direction is insufficiently studied. Hence is the necessity in the research and methodological work in this direction.*

*The purpose of the research is the theoretical and experimental substantiation of the introduction of Mini Trampoline Fitness into the Physical Education of non-sports university girl students.*

**Material and methods.** *The study is organized in three stages on the basis of Vitebsk Medical University. The program of the first stage provided for the definition of the historical stages of fitness development on mini trampolines. Within the framework of the second stage, the prerequisites for its use in the educational process of Physical Training discipline are established: the level of physical preparedness and physical health of 175 female students of the 2nd year of the Medical Faculty was studied, a survey of 151 female students of the 1st year of study was conducted, the content of the work of more than 400 fitness centers of the Republic of Belarus was analyzed. At the third stage of the study, the structure and content of a model fitness exercise on mini trampolines in a university setting was designed.*

*The following research methods were used in the work: analysis of scientific and methodological literature, anthropometry, method of indices and functional tests, pedagogical testing, questionnaire (google forms), pedagogical design, methods of mathematical statistics.*

**Findings and their discussion.** *It was established that the first mention of the Mini Trampoline classes dates back to the 1970–1980s. As a kind of health improving physical fitness Mini Trampoline Fitness was proposed at the beginning of the XXI century. In the Republic of Belarus, the official origin of this direction dates back to 2015. As a result of the analysis of physical fitness and physical health indicators (according to A.G. Apanasenko), an insufficient level of endurance and strength development for female students of VSMU was established, prerequisites for improving the content of Physical Training classes were revealed. A high level of students' interest in implementing fitness technologies in the educational process was determined, dominant motives were identified, and the most popular fitness programs were determined. The preconditions for the introduction of Mini Trampoline Fitness in the methodological and practical section of the educational material of the discipline of Physical Training were ascertained, the distribution of this type of classes in the work of the country's fitness centers was studied. The model characteristics of the structure and content of a Mini Trampoline Fitness class in the conditions of a higher educational establishment are designed.*

**Conclusion.** *Historical stages of Mini Trampoline Fitness development are identified. The necessity in the improvement of the contents of academic modules of Physical Training discipline by means of the introduction of Mini Trampoline Fitness is determined. For the first time, model characteristics of Mini Trampoline Fitness classes were developed within the framework of the training sessions on the discipline of Physical Training: 1. Warming up: 1.1 Warm up. 1.2 Stretching; the main part (2. Aerobic part (Aerobics): 2.1 Aerobic warm-up. 2.2 «Aerobic peak». 2.3 The first aerobic «hitch». 3. Exercises on the floor (Floor work), the final part – the second «hitch» (Cool down).*

**Key words:** *fitness, mini trampolines, establishment of higher education, physical training, student, level of physical readiness, level of physical health.*

Наиболее характерные недостатки современной системы физического воспитания студентов непрофильных учреждений высшего образования (УВО) остаются неизменными на протяжении последних лет и в большинстве случаев являются типичными как для Республики Беларусь, так и для стран СНГ. Согласно данным В.А. Коледы, В.Н. Дворака, к ним относятся «низкая информационная насыщенность образовательного процесса, отсутствие самоанализа выполняемой учебной деятельности, неосознанное, механическое выполнение студентами физических упражнений, стремление преподавателей к максимальному увеличению моторной плотности занятия, недостаточная теоретико-методическая подготовленность студентов к осуществлению самостоятельной двигательной деятельности» [1, с. 18]. Исходя из этого, очевидно, что классический подход в проведении занятий по дисциплине «Физическая культура» изживает себя и мы наблюдаем формирование новых трендов

в организации методико-практических занятий. Ярким отражением данного положения является высказывание В.В. Незгодинской: «В современном обществе наблюдается стремление молодежи к отрицанию устоявшихся физкультурно-спортивных традиций УВО и формированию новых идентификационных стереотипов различных проявлений двигательной активности, оптимально соответствующих их стилю, образу жизни, физическому, социально-психологическому и морфофункциональному статусу» [2, с. 155].

Сложившаяся ситуация закономерно объясняет поиск новых способов улучшения качества образовательных услуг по дисциплине «Физическая культура» в республике. В решении данной проблемы нельзя оставить без внимания успешный опыт российских и украинских коллег по внедрению фитнеса в физическое воспитание студенческой молодежи. В частности, на современном этапе развития физической культуры детализированы теоретико-методологические основы фитнеса: Е.Г. Сайкиной определены предпосылки введения термина «фитнес» в национальную систему физической культуры, выявлены его роль и место, раскрыты специфические признаки [3; 4]; В.И. Григорьев, Д.Н. Давиденко, С.В. Малинина научно обосновали пути формирования фитнес-культуры студенческой молодежи, дали характеристику разновидностей фитнеса, изложили физиологические и методические основы организации таких занятий [5]; Е.А. Осокиной изучены и систематизированы ключевые задачи, функции и целевое назначение фитнес-технологий [6]; Т.Н. Шутовой представлена классификация фитнес-программ и фитнес-технологий в контексте их применения в физическом воспитании студентов [7]; некоторыми учеными конкретизированы условия внедрения в физическое воспитание студентов разнообразных фитнес-программ [8; 9]. Кроме этого, накоплен большой практический опыт использования в практике УВО наиболее популярных разновидностей фитнеса, таких как аэробика и хатха-йога, имеются многочисленные экспериментальные данные эффективности их применения [10–13].

В совокупности изложенных фактов закономерно, что белорусские ученые в последние годы уделяют особое внимание фитнесу в контексте приоритетных направлений оздоровительной физической культуры. Так, В.В. Садовникова отмечает: «В обществе существует необходимость принимать радикальные меры по качественному улучшению состояния здоровья населения, формированию новых ценностных ориентиров молодежи, формированию фитнес-культуры» [14, с. 45]; Л.Н. Кривцун-Левшина в своих работах рассматривает вопрос понятия и содержания фитнеса в структуре средств оздоровительно-рекреационной физической культуры [15]. Наряду с этим формируется стойкая тенденция внедрения в физическое воспитание УВО аэробных фитнес-программ [16]. При этом среди специалистов не прекращается поиск нового содержания таких занятий, примерами которых могут послужить фитнес-бокс [7], зумба, боди-балет, пилатинг, кенгу-джампс, HIIT, петли TRX, CrossFit [18], и набирающий в последнее время популярность фитнес на мини-батутах [19; 20]. В большинстве случаев организационно-методическое обеспечение современных фитнес-технологий находится на недостаточном уровне, что предопределяет необходимость научно-исследовательской работы в этом направлении. В совокупности данных обстоятельств была определена цель нашего исследования.

Цель статьи – теоретико-экспериментальное обоснование внедрения фитнеса на мини-батутах в физическое воспитание студентов-девушек непрофильных учреждений высшего образования.

**Материал и методы.** Педагогическое исследование было организовано в три этапа на базе УО «ВГМУ» в 2017–2018 учебном году. Программа *первого этапа* предусматривала анализ данных информационных источников для определения исторических этапов развития фитнеса на мини-батутах. В рамках *второго этапа*, с целью определения предпосылок к внедрению современных фитнес-технологий в учебный процесс по дисциплине «Физическая культура», производилась оценка уровня физической подготовленности (УФП) и физического здоровья по А.Г. Апанасенко 175-ти студенток-девушек II курса лечебного факультета ( $n_{\text{осн}}=80$ ;  $n_{\text{подг}}=95$ ), средний возраст которых  $18,53 \pm 0,33$  года. В то же время организовано анкетирование 151 студентки-девушки I–II курсов лечебного и фармацевтического факультетов ( $n_{\text{осн}}=103$ ;  $n_{\text{подг}}=48$ ), средний возраст респондентов  $18,32 \pm 0,73$  года. С целью анализа современных трендов фитнес-индустрии в Республике Беларусь был проведен мониторинг услуг, предоставляемых фитнес-центрами страны по данным информационных порталов relax.by и 103.by. На *третьем этапе* исследования на основании материалов лите-

ратурных источников и обобщения практического опыта работы спроектированы модельные характеристики структуры и содержание учебно-тренировочного занятия фитнесом на мини-батутах.

В работе использовались следующие методы: анализ научно-методической литературы, антропометрия, метод индексов и функциональных проб, педагогическое тестирование, анкетирование (заочное, массовое с использованием google forms), педагогическое проектирование, методы математической статистики (Statistica 10).

**Результаты и их обсуждение.** Установлено, что одним из относительно новых видов оздоровительной физической культуры, набирающих популярность среди различных возрастных категорий населения, является фитнес на мини-батутах [19; 20]. Как известно, первый современный батут был запатентован George Nissen в 1936 году, при этом упоминание об использовании нестандартных, уменьшенных батутов датируются 1970–1980 годами [20; 21]. По мнению большинства специалистов, в настоящее время данное направление переживает возрождение в фитнес-индустрии. Как вид оздоровительной физической культуры фитнес на мини-батутах под брендом Jumping® был предложен в начале XXI века чехами Томасом Бурьянеком и Яном Свободовым. В специализированной литературе такие занятия преимущественно рассматривают как динамическую систему фитнес-тренировки с применением специальных мини-батутов, основу которых составляет сочетание быстрых и медленных скачков, различных вариаций традиционных аэробных шагов, динамичных, быстрых спортивных элементов. Мини-батут для занятий фитнесом, как правило, представляет собой шестиугольный (либо круглый) каркас-скелет из стальной трубы, поддерживающей опоры (в ряде случаев отсутствует) для увеличения безопасности и выполнения прыжков в максимальной прыгающей динамике, общая масса батута не превышает 15 кг, диаметр 130 см, несущая вместимость может достигать 150 кг (рис. 1). Систему крепления рабочего полотна обеспечиваая резиновые веревки со специальным покрытием типа polypropylene, целую структуру батута поддерживают стальные опоры [22].



Рис. 1. Разновидности мини-батутов для фитнеса

Открытие первого Центра Jumping® в Таборе датируется 2001 годом, и уже в 2005 году на территории Чешской Республики была зарегистрирована торговая марка Jumping®, а в 2006 г. – налажено сотрудничество с международными образовательными организациями. В 2008 году была осуществлена регистрация торговой марки в России, Испании, Италии, Германии, Словакии, Ирландии, Австрии, Польше и Франции. Одновременно с этим прошло открытие 50-го центра в Чешской Республике, которое сопровождалось существенными изменениями в системе обучения инструкторов – впервые диплом был аккредитован Министерством образования. В 2012 году данное направление под названием Sky Jumping (прыжок в небо) получило распространение в Украине и предусматривало не только реализацию фитнес-программ, но и профессиональную подготовку инструкторов. В 2014 году на территории Украины зарегистрировано 24 фитнес-клуба с использованием Sky Jumping. В 2015 году официальный представитель фирмы появился в Республике Беларусь. По нашему мнению, с этого момента в стране произошло официальное зарождение фитнеса на мини-батутах. Следует отметить, что в историческом аспекте особый интерес представляет возникновение методик занятия Cardio Bounce и Urban Rebounding в контексте кардиотренировок с использованием мини-батутов, однако

информационные источники по данному направлению крайне скудны, ввиду чего не установлены четкие этапы развития этих направлений [21].

Впервые в 1978 году в рамках исследования NASA было установлено соответствие тренировок на мини-батутах требованиям аэробной подготовки астронавтов (Bhattacharya et al., 1978). Спустя многие годы McGlone, Kravitz и Janot (2002) усилили данное положение в своих исследованиях, авторами доказано отсутствие существенных различий в динамике показателей сердечного ритма ( $HR_{max}$ ) и максимального объема кислорода ( $VO_{2max}$ ) при тренировке на мини-батуте и занятиях на беговой дорожке [23]. Вместе с тем существуют сведения, противоречащие этим результатам, ряд специалистов неоднократно ставил под сомнение эффективность таких кардиотренировок [24]. Ввиду существующего научного противоречия группой ученых под руководством John Porcari, Ph.D в 2016 году было организовано комплексное исследование влияния методики занятий на мини-батутах JumpSport на аэробную выносливость юношей и девушек в возрасте от 20 до 22 лет. Доказано, что такие занятия обеспечивают достаточную интенсивность для повышения аэробной выносливости в диапазоне от умеренной до максимальной и при этом являются эффективным средством развития координации. Сжигание калорий в процессе тренировки эквивалентно бегу по равнине со скоростью 10 км/ч, езде на велосипеде со скоростью 23 км/ч или игре в футбол, баскетбол, фризби. Наряду с этим занятия обладают высоким уровнем эмоциональности за счет характера физических упражнений и использования музыкального сопровождения [23]. Таким образом, результаты первого этапа исследования позволяют предположить, что фитнес на мини-батутах может эффективно применяться в физическом воспитании студентов непрофильных УВО.

Благодаря анализу эмпирических данных второго этапа исследования (табл. 1) установлено отсутствие статистически значимых различий в УФП студентов основного и подготовительного отделений ( $p>0,05$ ). Однако при этом отмечены более высокие результаты в прыжке в длину с места ( $r_{осн}=0,79$   $p<0,05$ ;  $r_{подг}=0,67$   $p<0,05$ ) и отжиманиях у учащихся основного отделения ( $p<0,05$ ) при умеренной и высокой статистической связи с УФП. В большинстве случаев показатели развития физических качеств испытуемых находились на среднем и выше среднего уровнях (прыжок, наклон ( $r_{осн}=0,39$   $p<0,05$ ;  $r_{подг}=0,40$   $p<0,05$ ), пресс ( $r_{осн}=0,60$   $p<0,05$ ;  $r_{подг}=0,29$   $p<0,05$ ), 4×9 м ( $r_{осн}=0,64$   $p<0,05$ ;  $r_{подг}=0,66$   $p<0,05$ ), 30 м ( $r_{осн}=0,63$   $p<0,05$ ;  $r_{подг}=0,66$   $p<0,05$ ), исключение составил бег на 1500 м ( $r_{осн}=0,45$   $p<0,05$ ;  $r_{подг}=0,37$   $p<0,05$ ), а также сгибание и разгибание рук в упоре лежа, результаты которых зафиксированы на низком уровне.

Таблица 1

**Показатели уровня физической подготовленности и физического здоровья студентов-девушек  
II курса лечебного факультета УО«ВГМУ»**

Показатель	Основное отделение, n=80				Значимость различий, p	Подготовительное отделение, n=95			
	W	Me	Процентили			W	Me	Процентили	
			25-й	75-й				25-й	75-й
30 м, с	0,97	5,50	5,20	5,80	t=1,50=0,53; p>0,05	0,97	5,40	5,20	5,70
1500 м, с	0,85*	509,50	472,00	561,00	U=3105,00; p>0,05	0,73*	544,00	470,00	580,00
Длина, см	0,98	172,50	160,00	185,00	<b>t=3,00; p&lt;0,05</b>	0,97	165,00	150,00	175,00
Пресс, раз	0,97	48,00	44,00	53,00	U=3618,00; p>0,05	0,97*	48,00	45,00	53,00
Наклон, см	0,97	14,00	9,00	19,00	U=3260,50; p>0,05	0,97*	15,00	12,00	19,00
4×9 м, с	0,96*	10,70	10,40	11,05	U=3718,50; p>0,05	0,15*	10,70	10,30	11,40
Отжимания, раз	0,92*	10,00	2,00	15,00	<b>U=3056,50; p&lt;0,05</b>	0,88*	4,50	1,00	13,00
УФП, балл	0,98	34,00	26,00	42,50	t=1,31; p>0,05	0,99	31,00	26,00	37,50
Пр. Мартине, ус. ед.	0,66*	59,00	59,00	89,00	U=2226,50; p>0,05	0,68*	89,00	59,00	89,00
ИМТ, ус. ед.	0,92*	341,04	319,02	381,00	U=2969,50; p>0,05	0,97*	341,46	318,75	364,71
ЖИ, ус. ед.	0,99	42,52	37,74	47,00	<b>t=2,55; p&lt;0,05</b>	0,98	45,54	40,00	50,79
СИ, ус. ед.	0,83*	47,17	36,92	54,72	U=3052,00; p>0,05	0,96*	44,74	34,50	52,98
ИР, ус. ед.	0,86*	85,80	0,00	108,00	U=3840,00; p>0,05	0,84*	85,80	68,20	97,50
УФЗ, баллы	0,96*	7,00	3,00	9,00	<b>U=3306,50; p&lt;0,05</b>	0,95*	8,00	5,00	11,00

**Примечание:** W – показатели критерия Шапиро–Уилка, t – критерий Стьюдента для независимых выборок, U – критерий Манна–Уитни, \* – значимость различий на уровне  $p<0,05$ .

По итогам оценки состояния УФЗ установлено, что в обеих группах он соответствует уровню ниже среднего и в то же время статистически выше в подготовительном отделении ( $p < 0,05$ ). Вероятнее всего, это обусловлено более высоким уровнем ЖИ учащихся данной группы: 45,54 ус. ед. относительно сверстниц основной – 42,52 ус. ед. ( $p < 0,05$ ), имеющих умеренную и слабую тесноту статистической связи с УФЗ ( $r_{\text{подг}} = 0,42$   $p < 0,05$ ;  $r_{\text{осн}} = 0,28$   $p < 0,05$ ). Другие рассматриваемые показатели находились на уровне ниже среднего – СИ ( $r_{\text{осн}} = 0,41$   $p < 0,05$ ;  $r_{\text{подг}} = 0,31$   $p < 0,05$ ), среднем – ИМТ ( $r_{\text{осн}} = 0,17$   $p > 0,05$ ;  $r_{\text{подг}} = 0,55$   $p < 0,05$ ), проба Мартине ( $r_{\text{осн}} = 0,22$   $p > 0,05$ ;  $r_{\text{подг}} = 0,39$   $p < 0,05$ ), ИР ( $r_{\text{подг}} = 0,40$   $p > 0,05$ ) и высоком – ИР ( $r_{\text{осн}} = 0,33$   $p < 0,05$ ). Полученные результаты оценки УФЗ констатируют недостаточный уровень развития выносливости и силы у девушек, что закономерно предопределяет необходимость совершенствования содержания учебных занятий по дисциплине «Физическая культура».

Выдвинутое положение подтверждают результаты анкетного опроса, согласно которым базовый фитнес представляет наибольший интерес для студентов-девушек УО «ВГМУ» относительно традиционных направлений. Респонденты определили следующую иерархию привлекательности учебных модулей дисциплины «Физическая культура» исходя из 10-балльной шкалы: 1. «Оздоровительные системы (базовый фитнес)» –  $7,60 \pm 2,40$  балла. 2. «Волейбол» –  $7,28 \pm 2,57$  балла. 3. «Гимнастика» –  $6,56 \pm 2,73$  балла. 4. «Плавание» –  $6,52 \pm 2,78$  балла. 5. «Легкая атлетика» –  $6,34 \pm 2,47$  балла. 6. «Баскетбол» –  $5,55 \pm 2,58$  балла (рис. 2, А). Следует отметить, что 54% опрошенных девушек ( $n=82$ ) не имеют опыта занятий избранным видом спорта в специализированных учреждениях типа ДЮСШ, 39% ( $n=59$ ) являются их выпускниками, но в настоящее время по разным причинам не занимаются избранным видом спорта и лишь 7% ( $n=10$ ) продолжают тренировки. При этом 40% ( $n=61$ ) студентов отмечают, что иногда в свободное время занимаются физическими упражнениями, 26% ( $n=40$ ) регулярно занимаются самостоятельно (пробежки, велопогулки и др.) и лишь 11% систематически посещают профильные учреждения ( $n=17$ ), а 22% ( $n=33$ ) не занимаются вовсе.

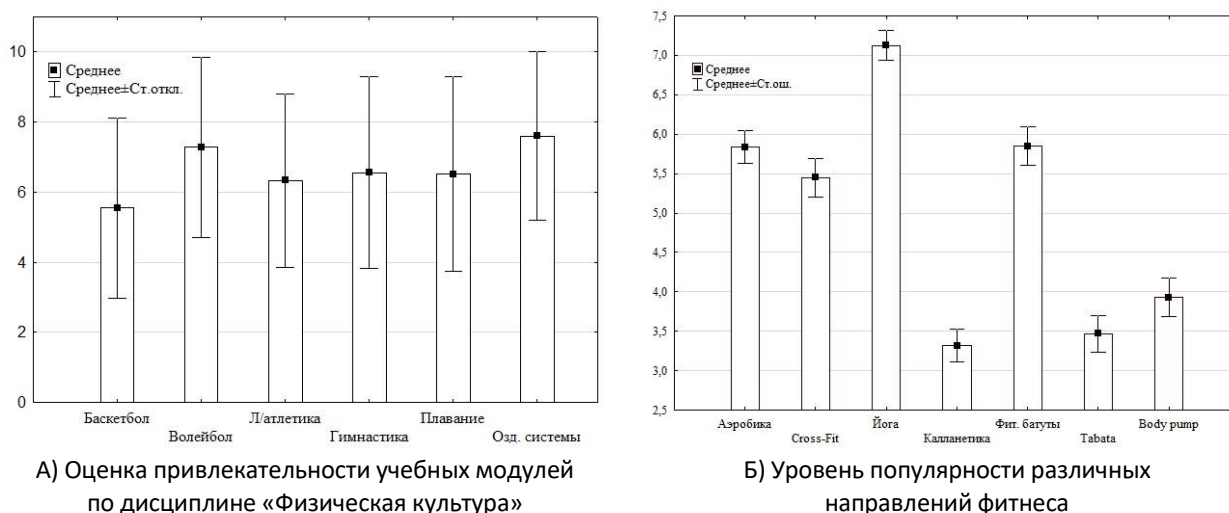


Рис. 2. Результаты анкетного опроса студентов-девушек УО «ВГМУ»

Приоритетное большинство опрошенных 82% ( $n=124$ ) считают необходимым популяризацию и расширение фитнеса в рамках учебных занятий по дисциплине «Физическая культура», 12% ( $n=18$ ) затрудняются ответить и 6% ( $n=7$ ) против такого подхода в организации занятий, что согласуется с результатами исследований А.Р. Еникеева, А.С. Хабибулина [9]. При этом 40% ( $n=61$ ) студентов хотели бы регулярно в течение всего учебного года заниматься фитнесом, 28% ( $n=42$ ) – эпизодически (10–15 занятий в семестр) и 25% ( $n=38$ ) – систематически, т.е. половину всех занятий в семестре, остальные испытывают затруднения при ответе на данный вопрос. Среди основных мотивов для занятий фитнесом респонденты выделили «желание улучшить фигуру, осанку, похудеть, нарастить мышечную массу» – 61% ( $n=92$ ), а также «стремление к эмоциональной разгрузке, получение положительных эмоций, поддер-

жание хорошего настроения» – 23% (n=34) и «укрепление здоровья» – 11% (n=17). Исходя из 10-балльной системы среди наиболее известных направлений фитнеса студенты выделяют следующие: 1. «Йога» –  $7,13 \pm 2,28$  балла. 2. «Оздоровительная аэробика» –  $6,85 \pm 2,44$  балла. 3. «Атлетическая гимнастика» –  $5,85 \pm 3,02$  балла. 4. «Фитнес на мини-батутах» –  $5,83 \pm 2,53$  балла. 5. «Cross-Fit» –  $5,45 \pm 2,99$  балла. 6. «Body pump» –  $3,93 \pm 2,98$  балла. 7. «Tabata» –  $3,47 \pm 2,86$  балла (рис. 2, Б). Очевидно, что особого внимания заслуживает организация фитнеса на мини-батутах. Согласно данным опроса, с содержанием таких занятий знакомы 46% (n=70) респондентов, при этом 7% уже занимались обозначенным направлением фитнеса, – вероятнее всего, это связано с тем, что в УО «ВГМУ» эпизодически организуются такие занятия. Одновременно большая часть студентов, а именно 47% (n=71), не слышала об этом направлении вовсе, но хотели бы познакомиться с его содержанием.

Анализ рынка фитнес-услуг в стране показал, что общее количество фитнес-центров, по данным порталов relax.by и 103.by, варьирует от 376 до 423 (рис. 3). Их наибольшее количество расположено в г. Минске – 74%<sub>relax</sub> (65%<sub>103.by</sub>), Гомеле – 7% (9%), Могилеве – 5% (8%), Витебске – 5% (6%), Бресте – 5% (5%) и Гродно – 3% (7%). При этом фитнес на мини-батутах официально представлен лишь в 23 центрах: Минск – 15; Витебск – 3; Могилев – 2 и Брест, Гомель, Гродно – по 1 центру. Обучение инструкторов фитнеса для организации занятий на мини-батутах осуществляется лишь в г. Минске у официального представителя компании pro JUMPING. В результате анализа данных информационных источников мы констатируем недостаточный уровень организационно-методического обеспечения таких занятий, что предопределяет необходимость проведения научно-исследовательской работы в данном направлении.

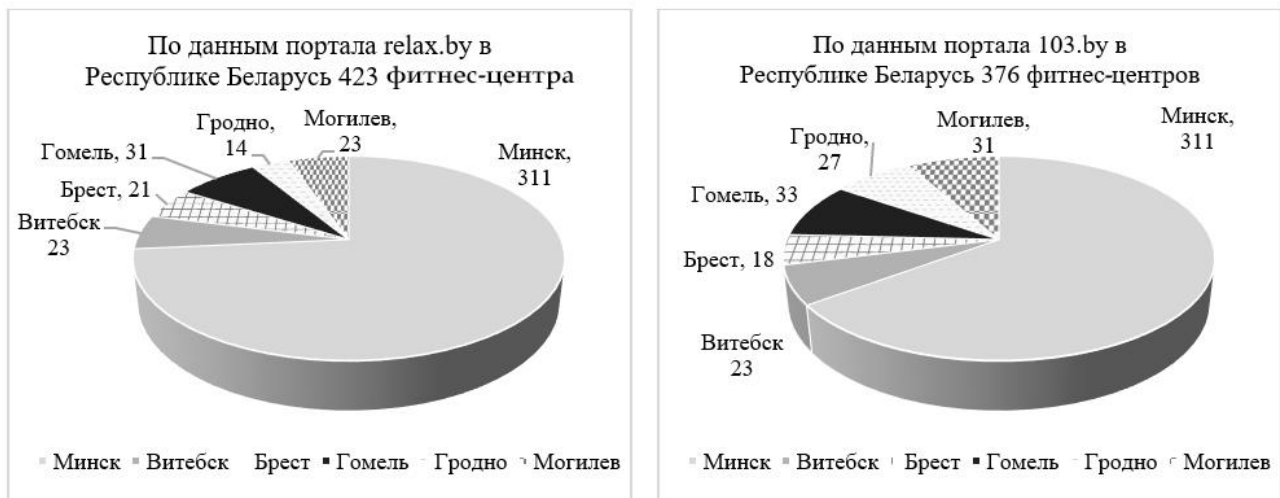


Рис. 3. Распределение фитнес-центров по областям Республики Беларусь

Ввиду сложившейся ситуации в рамках третьего этапа исследования были спроектированы модельные характеристики учебно-тренировочного занятия по дисциплине «Физическая культура» с использованием фитнеса на мини-батутах (табл. 2). По нашему мнению, оптимальное содержание подобных занятий должно включать в себя аэробную (кардио-) и силовую нагрузки в сочетании с упражнениями на баланс и растяжку. Такой подход закономерно позволит рассматривать данный вид фитнеса в рамках программ, основанных на видах двигательной активности аэробного характера. При регламентации параметров тренировочной нагрузки наиболее целесообразно использовать классификацию диапазонов нагрузки с учетом частоты сердечных сокращений (ЧСС), предложенную В.И. Григорьевым, Д.Н. Давиденко (2010) [5]:

- первый тренировочный диапазон нагрузки рекомендован для начального этапа физической подготовки студентов с целью развития аэробной работоспособности – ЧСС 130–150 уд/мин;

- второй тренировочный диапазон нагрузки используется для совершенствования аэробно-анаэробной работоспособности – ЧСС 150–180 уд/мин;
- третий тренировочный диапазон нагрузки необходим для совершенствования анаэробной работоспособности – ЧСС более 180 уд/мин.

Таблица 2

**Структура и содержание занятия фитнесом на мини-батутах  
в рамках методико-практического раздела учебной дисциплины «Физическая культура»**

Часть занятия (время)	Содержание программного материала	Дозировка	Организационно-методические указания
Подготовительная часть	<b>1. РАЗМИНКА</b>		
	1.1. Разогревание ( <i>Warm up</i> ): общеразвивающие упражнения в сочетании с базовыми аэробными шагами, такими как Knee lift, Knee up, March, open Step, Step-Touch, Mambo, V-Step и др.	5'–10'	Преимущественно низкий и средний темп движений с небольшой амплитудой; упражнения на координацию выполнять в среднем темпе с увеличением амплитуды. Рекомендуемый темп музыкального сопровождения 90–110 BPM.
	1.2. Стрейтчинг ( <i>Stretching</i> ): полуприседы, выпады, движения туловищем в сочетании с движениями рук, растягивание мышц голени, передней и задней поверхностей бедра, поясничного отдела позвоночного столба и др.	2'–3'	Преимущественно медленный и средний темп в положении стоя, держась руками за опору, без использования маховых и пружинящих движений. Рекомендуемый темп музыкального сопровождения 80–100 BPM.
Основная часть	<b>2. АЭРОБНАЯ ЧАСТЬ (<i>Aerobics</i>)</b>		
	2.1. Аэробная разминка: базовые элементы в сочетании с движениями рук, такими как Knee lift, Knee up, March, open Step, Step-Touch, Mambo, V-Step и др.	3'–7'	Разучивание аэробных элементов в среднем темпе на месте и в движении. Рекомендуемый темп музыкального сопровождения 100–110 BPM.
	2.2. «Аэробный пик»: танцевальные комбинации аэробных прыжков и их вариантов, прыжки в сочетании с движениями рук, такими как Jog, kick, Side to Side, Curl, Jumping jack, Hampelmann, Cross, Twist Jump, Heel Dig, Heel Touch и др.	15'–20'	Выполнение сочетаний комбинаций упражнений на месте и с поворотами в разных направлениях, увеличение нагрузки за счет координационной сложности, амплитуды и интенсивности движений. Рекомендуемый темп музыкального сопровождения 130–140 BPM.
	2.3. Первая аэробная «заминка»: Используются базовые аэробные шаги march, open Step, Step-Touch, Mambo, V-Step и др. в сочетании с упражнениями на восстановление дыхания.	3'–5'	Происходит уменьшение амплитуды и темпа движений, прыжковые упражнения сменяются ходьбой. Рекомендуемый темп музыкального сопровождения 90–120 BPM.
	<b>3. УПРАЖНЕНИЯ НА ПОЛУ (<i>Floor work</i>)</b>		
	3.1. Упражнения для мышц туловища в положении лежа, сидя на батуте, упражнения для развития силы и силовой выносливости мышц брюшного пресса и спины.	3'–5'	Возможное использование гантелей, эспандеров, фитболов и др. Каждое упражнение выполнять от 8 до 16 раз. Рекомендуемый темп музыкального сопровождения 100–120 BPM.
	3.2. Упражнения для мышц бедер: в положении стоя, держась руками за опору батута; в положении стоя на коленях на батуте.	3'–5'	Выполнять от 1 до 3 серий по 8–12 повторений. Методы выполнения упражнений и длительность пауз между сериями варьируются в соответствии с уровнем подготовленности занимающихся. Рекомендуемый темп музыкального сопровождения 100–120 BPM.
	3.3. Упражнения для мышц рук и плечевого пояса выполняются вне батута: упражнения с гантелями, варианты сгибания и разгибания рук в разных исходных положениях.	3'–5'	Возможно сочетание упражнений динамического и статического характера. Рекомендуемый темп музыкального сопровождения 100–120 BPM.
Заключительная часть	<b>4. ВТОРАЯ «ЗАМИНКА» – <i>Cool down</i> (остывание)</b>		
	Глубокий стрейтчинг: элементы йоги, сочетание статических и динамических поз, упражнения на растягивание, равновесие и расслабление, растягивание мышц передней, задней и внутренней поверхностей бедра, голени, мышц груди, рук и плечевого пояса, дыхательные упражнения и релаксация.	3'–5'	Упражнения выполняются медленно в сочетании с дыханием. Рекомендуемый темп музыкального сопровождения 80–100 BPM.



**Заключение.** Установлено, что первые упоминания о занятиях на мини-батутах датируются 1970–1980 годами. Как вид оздоровительной физической культуры фитнес на мини-батутах был предложен в начале XXI века чехами Томасом Бурьянеком и Яном Свободовым. В Республике Беларусь официальное зарождение данного направления фитнеса датируется 2015 годом. По итогам оценки УФП, УФЗ и результатам анкетного опроса студентов УО «ВГМУ» выявлена необходимость совершенствования содержания учебных модулей дисциплины «Физическая культура» посредством внедрения фитнес-технологий, в том числе занятий на мини-батутах. Впервые разработаны модельные характеристики занятий фитнесом на мини-батутах в рамках методико-практического раздела учебной дисциплины «Физическая культура»: подготовительная часть (1. Разминка: 1.1. Разогревание (*Warm up*). 1.2. Стрейтчинг (*Stretching*)); основная часть (2. Аэробная часть (*Aerobics*): 2.1. Аэробная разминка. 2.2. «Аэробный пик». 2.3. Первая аэробная «заминка». 3. Упражнения на полу (*Floor work*)); заключительная часть (вторая «заминка» (*Cool down*)).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коледа, В.А. Основы физической культуры: учеб. пособие / В.А. Коледа, В.Н. Дворак. – Минск: БГУ, 2016. – 191 с.
2. Незодинская, В.В. Использование фитнес-аэробики для оптимизации физического воспитания студентов вузов / В.В. Незодинская // Вестн. Полоц. гос. ун-та. – 2013. – № 15. – С. 155–159.
3. Сайкина, Е.Г. Фитнес в системе физической культуры / Е.Г. Сайкина // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. – 2008. – № 68. – С. 182–190.
4. Сайкина, Е.Г. Фитнес-технологии: понятие, разработка и специфические особенности / Е.Г. Сайкина, Г.Н. Пономарев // Вестник спортивной науки. – 2012. – № 11. – С. 890–894.
5. Григорьев, В.И. Фитнес-культура студентов: теория и практика: учеб. пособие / В.И. Григорьев, Д.Н. Давиденко, С.В. Малинина. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 228 с.
6. Осокина, Е.А. Современные фитнес-технологии: задачи, функции, целевое назначение / Е.А. Осокина // Наука и школа. – 2011. – № 3. – С. 102–104.
7. Шутова, Т.Н. Классификация фитнес-программ и технологий, их применение в физическом воспитании студентов / Т.Н. Шутова // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2017. – № 2. – С. 116–122.
8. Морозова, Л.В. Фитнес как средство формирования у студентов моделей гендерного поведения и здорового образа жизни / Л.В. Морозова, Л.А. Кирьянова // Управленческое консультирование. – 2013. – № 6. – С. 128–133.
9. Еникеева, А.Р. Фитнес в системе физической культуры / А.Р. Еникеева, А.С. Хабибулина // NovalInfo.ru. Педагогические науки. – 2016. – № 53. – С. 270–274.
10. Хоули, Э.Т. Оздоровительный фитнес / Э.Т. Хоули, Б.Д. Френке. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 367 с.
11. Хоули, Э.Т. Руководство инструктора оздоровительного фитнеса / Э.Т. Хоули, Б.Д. Френке. – Киев: Олимпийская литература, 2004. – 359 с.
12. Аникиенко, Ж.Г. Физическая подготовка студентов с преимущественным использованием средств фитнеса на основе учета индивидуального профиля развития физических качеств: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Ж.Г. Аникиенко. – Краснодар, 2013. – 185 с.
13. Пономарева, Е.Ю. Формирование готовности студентов вуза к самоорганизации здорового образа жизни средствами фитнес-аэробики: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Е.Ю. Пономарева. – Елец, 2011. – 195 с.
14. Садовникова, В.В. Роль фитнеса в оздоровлении населения Беларуси / В.В. Садовникова // Университетский спорт в современном образовательном социуме: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23–24 апр. 2015 г.: в 4 ч. / М-во спорта и туризма Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т физ. культуры; [редкол.: Т.Д. Полякова (гл. ред.) и др.]. – Минск, 2015. – Ч. 1. – С. 45–48.
15. Кривцун-Левшина, Л.Н. Понятие и содержание фитнеса в структуре средств оздоровительно-рекреационной физической культуры / Л.Н. Кривцун-Левшина // Актуальные проблемы физической реабилитации и эрготерапии: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 25-летию кафедры физической реабилитации, Минск, 29 марта 2018 г. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры; под общ. ред. Т.Д. Поляковой и М.Д. Панковой. – Минск: БГУФК, 2018. – С. 72–75.
16. Южанов, Н.В. Использование фитнес-программ в практике физического воспитания студентов / Н.В. Южанов, Е.П. Удалов // Молодой ученый. – 2016. – № 3. – С. 1037–1040.
17. Позняк, Ж.А. Основание к применению инновационных технологий (фитнес-бокса) в физическом воспитании студентов УО «ВГМУ» / Ж.А. Позняк // Медицинское образование XXI века: компетентностный подход и его реализация в системе непрерывного медицинского и фармацевтического образования: сб. материалов респ. науч.-практ. конф. с межд. участием / Витеб. гос. мед. ун-т; редкол.: А.Т. Щастный (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2017. – С. 597–603.
18. Новые направления в фитнесе: сила и красота [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wday.ru/moda-shopping/gar/novyye-napravleniya-v-fitnesse-sila-i-krasota/>. – Дата доступа: 13.06.2018.
19. Калашников, А.А. Фитнес-джампинг в процессе физического воспитания дошкольников / А.А. Калашников, В.Г. Жалбэ // Молодой ученый. – № 28. – 2017. – С. 102–104.
20. Esposito, P.W. The Reemergence of the Trampoline as a Recreational Activity and Competitive Sport / P.W. Esposito, L.M. Esposito // Current Sports Medicine Reports. – Vol. 8, nr. 5. – P. 273–277.
21. Van, J.P. Focus on Fitness: Trampoline Workouts / J.P. Van // Today's Dietitian. – Vol. 19, No. 5. – P. 50.
22. Fitness Trampoline™ User's Manual [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.jumpsport.com/content/PDF/The-Fitness-Trampoline-INS-P-11656-02L.pdf>. – Date of access: 15.06.2017.
23. By Paige Burandt, B.S. Putting minitrampolines to the test [Electronic resource] / B.S. By Paige Burandt [et al.] // Ace prosources: exclusive ace-sponsored research. – Mode of access: [https://acewebcontent.azureedge.net/certifiednews/images/article/pdfs/ACE\\_MiniTrampoline.pdf](https://acewebcontent.azureedge.net/certifiednews/images/article/pdfs/ACE_MiniTrampoline.pdf). – Date of access: 18.06.2018.
24. Weston, A.R. Does heart rate adequately reflect exercise intensity during mini-trampoline exercise? / A.R. Weston, A. Khan, M. Mars // South African Journal of Sports Medicine. – Vol. 8, iss. 1. – 2001. – P. 9–13.

## REFERENCES

1. Koleda V.A., Dvorak V.N. *Osnovi fizicheskoi kulturi: uchebnoye posobiye* [Fundamentals of Physical Training: Textbook], Minsk, BGU, 2016, 191 p.
2. Nezgodinskaya V.V. *Vestnik polotskogo gosudarstvennogo univeriteta* [Journal of Polotsk State University], 2013, 15, pp. 155–159.
3. Saikina E.G. *Izvestiya RGPU im. A.I. Gertsena* [Journal of Russian Pedagogical University], 2008, 68, pp. 182–190.
4. Saikina E.G., Ponomarev G.N. *Vestnik sportivnoi nauki* [Journal of Sports Science], 2012, 11, pp. 890–894.
5. Grigoryev V.I., Davidenko D.N., Malinina S.V. *Fitnes-kultura studentov: teoriya i praktika: ucheb. posobiye* [Fitness Culture of Students: Theory and Practice: Textbook], SPb., Izd-vo SPbGUEF, 2010, 228 p.
6. Osokina E.A. *Nauka i shkola* [Science and School], 2011, 3, pp. 102–104.
7. Shutova T.N. *Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Fizicheskaya kultura. Sport.* [Journal of Tula State University. Physical Training. Sports.], 2017, 2, pp. 116–122.
8. Morozova L.V., Kiryanova L.A. *Upravlencheskoye konsultirovaniye* [Management Consulting], 2013, 6, pp. 128–133.
9. Yenikeeva A.R., Khabibulina A.S. *Pedagogicheskiye nauki* [Pedagogical Sciences], 2016, 53, pp. 270–274.
10. Holy E.T., Frenke B.D. *Ozdorovitelni fitness* [Health Fitness], Kyiv, Olimpiyskaya literatura, 2000, 367 p.
11. Holy E.T., Frenke B.D. *Rukovodstvo instruktora ozdorovitelnogo fitnesa* [Guidelines for Health Fitness Manager], Kyiv, Olimpiyskaya literatura, 2004, 359 p.
12. Anikiyenko Zh.G. *Fizicheskaya podgotovka studentok s preimushchestvennym ispolzovaniyem sredstv fitnesa na osnove ucheta individualnogo profilja razvitiya fizicheskikh kachestv: dis. ped. nauk* [Physical Training of Female Students with Primary Application of Fitness Tools on the Basis of Consideration of the Individual Profile of Physical Qualities Development: PhD (Education) Dissertation], Krasnodar, 2013, 185 p.
13. Ponomareva E.Yu. *Formirovaniye gotovnosti studentov vuza k samoorganizatsii zdorovogo obraza zhizni sredstvami fitness-aerobiki: dis. ... kand. ped. nauk* [Shaping University Students' Readiness for Self-Organization of Healthy Lifestyle by Means of Aerobics: PhD (Education) Dissertation], Yelets, 2011, 195 p.
14. Sadovnikova V.V. *Universitetski sport v sovremenom obrazovatelnom sotsiume: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Minsk, 23–24 apr. 2015 g.: v 4 ch., Belorus. gos. un-t fiz. kulturi* [University Sports in the Contemporary Educational Society, Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Minsk, April 23–24, 2015], Minsk, 2015, P. 1, pp. 45–48.
15. Krivtsun-Levshina L.N. *Aktualniye problemi fizicheskoi reabilitatsii i ergoterapii: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi 25-letiyu kafedri fizicheskoi reabilitatsii, Minsk, 29 marta 2018 g.* [Current Issues of Physical Rehabilitation and Ergotherapy: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference in Honor of the 25<sup>th</sup> Anniversary of the Department of Physical Rehabilitation, Minsk, March 29, 2018], Minsk, BGUFK, 2018, pp. 72–75.
16. Yuzhanov N.V., Udalov E.P. *Molodoi ucheni* [Young Scientist], 2016, 3, pp. 1037–1040.
17. Pozniak Zh.A. *Meditsinskoye obrazovaniye XXI veka: kompetentnostni podkhod i yego realizatsiya v sisteme nepreryvnogo meditsinskogo i farmatsevticheskogo obrazovaniya: sbornik mat. Resp. nauchno-prakt. konf. s mezhd. uchastiyem, Viteb. gos. med. un-t* [Medical Education of the XXI Century: Competence Approach and its Implementation in the System of Continuous Medical and Pharmaceutical Education: Proceedings of the Republican Scientific and Practical Conference with International Participation], Vitebsk, 2017, pp. 597–603.
18. *Noviye napravleniya v fitnese: sila i krasota* [New Directions in Fitness: Strength and Beauty]. – Available at: <http://www.wday.ru/moda-shopping/gar/novyie-napravleniya-v-fitnese-sila-i-krasota/>. – Accessed. – 13.06.2018.
19. Kalashnikov A.A., Zhalbe V.G. *Molodoi ucheni* [Young Scholar], 2017, 28, pp. 102–104.
20. Esposito, P.W. The Reemergence of the Trampoline as a Recreational Activity and Competitive Sport / P.W. Esposito, L.M. Esposito // *Current Sports Medicine Reports*. – Vol. 8, nr. 5. – P. 273–277.
21. Van, J.P. Focus on Fitness: Trampoline Workouts / J.P. Van // *Today's Dietitian*. – Vol. 19, No. 5. – P. 50.
22. *Fitness Trampoline™ User's Manual* [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.jumpsport.com/content/PDF/The-Fitness-Trampoline-INS-P-11656-02L.pdf>. – Date of access: 15.06.2017.
23. By Paige Burandt, B.S. Putting minitrampolines to the test [Electronic resource] / B.S. By Paige Burandt [et al.] // *Ace prosources: exclusive ace-sponsored research*. – Mode of access: [https://acewebcontent.azureedge.net/certifiednews/images/article/pdfs/ACE\\_MiniTrampoline.pdf](https://acewebcontent.azureedge.net/certifiednews/images/article/pdfs/ACE_MiniTrampoline.pdf). – Date of access: 18.06.2018.
24. Weston, A.R. Does heart rate adequately reflect exercise intensity during mini-trampoline exercise? / A.R. Weston, A. Khan, M. Mars // *South African Journal of Sports Medicine*. – Vol. 8, iss. 1. – 2001. – P. 9–13.

Поступила в редакцию 29.06.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: shkireanov@gmail.com – Шкирьянов Д.Э.

## Формирование культуры здорового образа жизни у учащихся-спортсменов в условиях училища олимпийского резерва

И.М. Прищепа, О.Н. Малах, А.Н. Дударев

Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

Увеличение объема школьного материала, стрессовые ситуации повышают требования к адаптационным резервам организма, особенно учащихся-спортсменов. В результате данных воздействий наступает развитие нарушения жизнедеятельности, проявляются неадекватные поведенческие реакции. Система формирования навыков здорового образа жизни учащихся в практическом плане представляет собой совокупность занятий, проводимых в разных классах общеобразовательных учреждений. Поэтому становятся актуальными изучение отношения учащихся к проблемам здорового образа жизни и разработка методического сопровождения учебных занятий по здоровому образу жизни.

Цель исследования – научное обоснование необходимости и разработка учебной программы факультатива «Здоровый образ жизни» для учащихся 8 класса Витебского государственного училища олимпийского резерва для сохранения здоровья на период обучения.

**Материал и методы.** Базой для педагогического эксперимента выступало Витебское государственное училище олимпийского резерва. Для выявления знаний учащихся 8 класса по вопросам здорового образа жизни, отношения к вредным привычкам нами была разработана анкета, состоявшая 11 вопросов. В опросе приняли участие 29 респондентов, из них девушек – 15(52%), юношей – 14(48%). Возраст респондентов – 13–14 лет. Анкетирование проводилось два раза: первое – в начале учебного года (до реализации программы «Здоровый образ жизни»), а второе – после реализации данной программы.

**Результаты и их обсуждение.** После проведения факультативных занятий изменился взгляд учащихся на знания, относящиеся к проблеме сохранения здоровья. Так, практически все испытуемые (94%) хотят получать информацию о здоровье и находят ее всегда полезной, остальные (6%) не всегда согласны с полезностью этих данных. Наиболее достоверными сведениями о здоровье, по мнению учащихся, владеют их родители (36%), доверие к информации, полученной в училище, по сравнению с прошлым результатом возросло (25%). Снизилось количество учащихся, которые употребляют алкоголь один или 2 раза в месяц. На вредность запрещенных веществ, повышающих результативность, указывает снова большинство ребят (97%), и только 3% сомневаются в этом.

**Заключение.** Учащиеся-спортсмены училища олимпийского резерва в целом ориентированы на здоровый образ жизни. Вместе с тем в вопросах, касающихся рационального питания, вредных привычек, организации своего умственного труда и профилактики стрессовых воздействий, учащиеся сомневаются в ответах или выбирают неверные суждения, что связано с недостаточным уровнем знаний о здоровом образе жизни и узким кругозором в сфере здоровья.

Проведение факультативных занятий по разработанной учебной программе «Здоровый образ жизни» с использованием методических материалов для учащихся 8 класса способствует повышению уровня знаний и навыков по сохранению и укреплению индивидуального здоровья.

**Ключевые слова:** здоровье, учащиеся-спортсмены, училище олимпийского резерва, учебная программа «Здоровый образ жизни», факультативные занятия, культура здорового образа жизни.

## Shaping Student Sportsmen's Culture of Healthy Lifestyle in the Conditions of Olympic Reserve School

I.M. Prishchepa, O.N. Malakh, A.N. Dudarev

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

Increase of school material volume, stress situations require higher adaptation reserves of the student sportsman's body. As a result of these impacts disorder of the life activity and shaping inadequate behavior reactions develop. The system of shaping the skills of students' healthy lifestyle in the practical sense is a unity of classes in different years of educational establishments. That is

why a study of the students' attitude to the healthy lifestyle issues and the development of methods accompaniment of classes on healthy lifestyle become urgent.

The purpose of the research is scientific grounding of the necessity and the development of the curriculum of Healthy Lifestyle optional classes for the 8<sup>th</sup> year students of Vitebsk State Olympic Reserve School with the aim of preserving health during studies.

**Material and methods.** The pedagogical experiment base was Vitebsk State Olympic Reserve School. To find out the 8<sup>th</sup> year students' knowledge on the issues of healthy lifestyle and the attitude to harmful habits we elaborated a questionnaire. The questionnaire includes 11 questions. 29 respondents, 15 of them (52%) were girls and 14(48%) boys, participated in the survey. The respondents were 13–14 years old. The survey was conducted twice: first, at the beginning of the academic year (before the implementation of the program «Healthy Lifestyle») and the second one after the implementation of the program.

**Findings and their discussion.** After the optional classes the students' ideas of knowledge, which refer to maintaining health, changed. Practically all the tested (94%) want to get information about health and always find it useful; the others (6%) do not always agree that these data are useful. Students still consider information which they get from parents (36%) to be most reliable; trust in information obtained at school increased compared to the previous result (25%). The number of students who drink alcohol once or twice a month reduced. Concerning harmful substances most students (97%) think that they cause damage, only 3% are not sure about the answer.

**Conclusion.** Students-sportsmen at the Olympic Reserve School in general aim at healthy lifestyle. At the same time, the issues of healthy meals, harmful habits, intellectual work organization and stress prevention caused students' doubts; they selected wrong ideas, which is connected with the insufficient amount of knowledge about healthy lifestyle and narrow health outlook.

Optional classes according to the developed Healthy Lifestyle curriculum with the application of methods materials for the 8<sup>th</sup> year students facilitate the increase of the amount of knowledge and skills on their health preservation and strengthening.

**Key words:** health, students-sportsmen, Olympic reserve school, Healthy Lifestyle curriculum, optional classes, healthy lifestyle culture.

Одним из приоритетов государственной политики Республики Беларусь является сохранение здоровья и формирование навыков здорового образа жизни населения. В последние годы наблюдается тенденция ухудшения состояния здоровья учащейся молодежи в процессе обучения в учебных заведениях различного уровня [1].

Увеличение объема школьного материала, стрессовые ситуации повышают требования к адапционным резервам организма, особенно учащихся-спортсменов. В результате данных воздействий наступает развитие нарушения жизнедеятельности, проявляются неадекватные поведенческие реакции, которые значительно снижают когнитивные способности учащегося [2].

Подростковый возраст является одним из самых важных возрастных периодов жизни человека. В течение этого периода осуществляется развитие характера и разнообразных физических и интеллектуальных навыков [3]. Основная задача общества и учреждений образования – обеспечение учащимся возможности сохранения, а также укрепления здоровья, чтобы в будущем они могли успешно трудиться и планировать создание семьи [4].

Образовательные учреждения различного уровня являются той воспитательной средой, которая должна обеспечить условия для сохранения здоровья учащихся и приобретения ими навыков здорового образа жизни. Для развития данной концепции необходима работающая система обучения, в свою очередь, направленная на приобретение знаний о здоровье, привычек вести здоровый образ жизни [5].

Система формирования навыков здорового образа жизни учащихся в практическом плане представляет собой совокупность занятий, проводимых в разных классах общеобразовательных учреждений. Поэтому становятся актуальными изучение отношения учащихся к проблемам здорового образа жизни и разработка методического сопровождения учебных занятий по здоровому образу жизни.

Цель исследования – научное обоснование необходимости и разработка учебной программы факультатива «Здоровый образ жизни» для учащихся 8 класса Витебского государственного училища олимпийского резерва для сохранения здоровья на период обучения.

**Материал и методы.** Базой для педагогического эксперимента выступало Витебское государственное училище олимпийского резерва. Для выявления знаний учащихся 8 класса по вопросам здорового образа жизни, отношения к вредным привычкам нами была разработана анкета, состоявшая из 11 вопросов. Вопросы были разбиты на блоки: в первом блоке рассматривались вопросы здоровья, во втором – вредные привычки и вопросы питания. В анкетировании приняли участие 29 респондентов, из них девушек – 15(52%), юношей – 14(48%). Возраст респондентов – 13–14 лет. Анкетирование проводилось 2 раза: первое – в начале учебного года (до реализации программы «Здоровый образ жизни»), а второе – после реализации данной программы.

**Результаты и их обсуждение.** В настоящее время все больше уделяют внимание проблеме здоровья и ведению здорового образа жизни молодежи. Результаты первого блока анкетирования представлены в табл. 1. На вопрос об оценке состояния своего здоровья большинство респондентов (27 респондентов) оценили состояние своего здоровья как хорошее. И лишь 2 респондента как удовлетворительное (вопр. 1).

Большинство учащихся-спортсменов считает одним из главных условий сохранения здоровья – регулярные занятия спортом, так как это является неотъемлемой частью их образа жизни. На второе место респонденты поставили знания, касающиеся заботы о своем здоровье и выполнения основных правил здорового образа жизни. Отсутствие умственных и физических перегрузок учащиеся посчитали самым неважным условием для сохранения индивидуального здоровья (вопр. 2).

Большинство респондентов оценило информацию, касающуюся заботы о собственном здоровье, как очень полезную и интересную. Вместе с тем 10% учащихся-спортсменов не посчитали данную информацию важной для себя, а 3% вообще не интересуются вопросами такого рода (вопр. 3). Что касается заботы о здоровье, то 26 респондентов (90%) вполне достаточно заботятся о своем здоровье. И только 3 респондента (10%) указали на недостаточную заботу о здоровье, что может говорить о недостаточных знаниях учащихся в данном вопросе (вопр. 4).

Наиболее достоверной информацией, как заботиться о здоровье, учащиеся считают информацию, полученную от родителей (34%), доверие к информации, полученной в училище, ниже (19%). Меньше ребята доверяют информации в интернете (17%) и от друзей (14%). Это является положительным моментом, так как сверстники и друзья могут передавать недостоверные, искаженные сведения, а информация в интернете может оказаться ложной. И меньше всего информации по заботе о здоровье ребята получают из телевизионных передач (12%) и журналов, книг (5%). Из этого следует, что учащиеся редко читают и смотрят познавательные телепередачи (вопр. 5).

Проанализировав вопрос о том, какие темы больше всего интересуют учащихся-спортсменов, можно сказать, что на первое место ребята поставили физические упражнения и спорт (24%), что, несомненно, является важным компонентом их жизни. Далее следуют снижение и набор веса (18%) и управление эмоциями (15%), что также является необходимым в спортивной деятельности. Информацию о межличностных отношениях (9%), нарушении питания (8%), половом воспитании (6%) и инфекциях, передаваемых половым путем (6%), ребята посчитали менее интересной. Положительным моментом является то, что наименьший интерес у учащихся вызывают темы алкоголя (4%), курения (2%), влияния наркотиков (2%) и веществ, повышающих результативность (4%) (вопр. 10).

Таблица 1

Ответы учащихся-спортсменов на вопросы первого блока

Вопросы анкеты	Результаты анкетирования	
	До факультатива	После факультатива
<b>1. Оценка Вашего здоровья:</b>		
отличное; удовлетворительное; неудовлетворительное; затрудняюсь ответить.	94% (27 респондентов) 6% (2 респондента)	100% (29 респондентов)
<b>2. Наиболее важные условия сохранения здоровья:</b>		
А. Наследственность.	11% (11 респондентов)	13% (12 респондентов)
Б. Хорошие экологические условия.	13% (12 респондентов)	16% (15 респондентов)
В. Соблюдение правил здорового образа жизни.	16% (15 респондентов)	18% (19 респондентов)
Г. Консультации и лечение у хорошего врача.	11% (11 респондентов)	16% (15 респондентов)
Д. Информация о том, как заботиться о своем здоровье.	16% (15 респондентов)	18% (19 респондентов)
Е. Отсутствие умственных и физических перегрузок	2% (2 респондента)	7% (5 респондентов)
Ж. Занятия спортом.	20% (19 респондентов)	32% (25 респондентов)
З. Наличие материальных средств для хорошего питания, занятий спортом и т.п.	11% (11 респондентов)	11% (11 респондентов)

3. Отношение к информации о том, как заботиться о здоровье:		
А. Всегда интересная и полезная информация.	45% (13 респондентов)	94% (27 респондентов)
Б. Иногда достаточно интересная и полезная информация.	42% (12 респондентов)	6% (2 респондента)
В. Не очень интересная и полезная информация.	10% (3 респондента)	
Г. Она меня не интересует.	3% (1 респондент)	
4. Достаточно ли Вы заботитесь о своем физическом здоровье?		
А. Достаточно.	90% (26 респондентов)	100% (29 респондентов)
Б. Не вполне достаточно.		
В. Нет.	10% (3 респондента)	
5. Откуда Вы получаете информацию о том, как заботиться о своем здоровье?		
От родителей.	34% (22 респондента)	30% (19 респондентов)
От друзей.	14% (9 респондентов)	14% (9 респондентов)
В училище.	19% (12 респондентов)	25% (16 респондентов)
Из журналов, книг.	5% (3 респондента)	9% (6 респондентов)
Из передач ТВ.	12% (7 респондентов)	13% (8 респондентов)
Через интернет.	17% (11 респондентов)	9% (6 респондентов)
6. Какие аспекты здорового образа жизни Вас больше всего интересуют?		
Курение	2% (2 респондента)	2% (2 респондента)
Изменение веса	18% (18 респондентов)	18% (18 респондентов)
Употребление алкоголя	4% (4 респондента)	1% (1 респондент)
Половое воспитание	6% (6 респондентов)	6% (6 респондентов)
Нарушение питания	8% (8 респондентов)	9% (9 респондентов)
Употребление наркотиков	2% (2 респондента)	1% (1 респондент)
Инфекции, передаваемые половым путем	6% (6 респондентов)	6% (6 респондентов)
Физическая активность	24% (24 респондента)	27% (27 респондентов)
Эмоциональная устойчивость	15% (15 респондентов)	18% (18 респондентов)
Межличностные отношения	9% (9 респондентов)	18% (18 респондентов)
Вещества, повышающие результативность	4% (4 респондента)	9% (9 респондентов)
Другое (указать, что именно)	2% (2 респондента)	1% (1 респондент)
		2% (2 респондента)

Неожиданный результат вызвал вопрос о курении, в котором 10% (3 респондента) признались, что пробовали курить. Остальные же 90% (26 респондентов) никогда не курили (вопр. 6).

Вопрос относительно употребления алкоголя дал следующую картину: только лишь 65% (19 респондентов) никогда не пробовали алкоголь, 32% учащихся-спортсменов (9 респондентов) пробовали алкоголь пару раз в год. Вызвало наибольшее удивление, что 3% (1 респондент) употребляет спиртное регулярно (вопр. 7).

В вопросе об употреблении наркотических веществ 100% учащихся-спортсменов указали, что никогда не пробовали наркотические, токсические вещества и вещества, повышающие результативность (вопр. 8).

Об использовании запрещенных веществ, повышающих результативность, лишь 1 учащийся-спортсмен (3%) задумывался на одном из этапов. Остальные 28 респондентов (97%) никогда не рассматривали данную возможность (вопр. 9).

На вопрос, вредно ли неправильное питание, 25 респондентов (86%) ответили, что вредно, у 2 ребят вопрос вызвал затруднения (7%) и 2 респондента (7%) считают неправильное питание совсем не вредным, что удивительно, ведь для спортсменов правильное питание – залог отличных результатов.

Что касается употребления алкоголя и наркотиков, большинство ребят (28 респондентов – 97%) считают, что это вредно и только 1 респондент (3%) затрудняется в ответе.

Вопрос о вреде сидячего образа жизни вызвал затруднения у 5 респондентов (17%), большинство же – 22 респондента (76%) – указало его как вредный фактор. И совсем не вредным посчитали 2 респондента (7%).

## Ответы учащихся-спортсменов на вопросы второго блока

Вопросы анкеты	Результаты анкетирования	
	До факультатива	После факультатива
7. Вы курите?		
А. Регулярно. Б. Нет. В. По настроению или за компанию. Г. Только попробовал.	90% (26 респондентов)  10% (3 респондента)	90% (26 респондентов)  10% (3 респондента)
8. Часто ли вы употребляете спиртные напитки?		
Никогда. Один или два раза в год. Один или два раза в месяц. Еженедельно. Почти каждый день.	65% (19 респондентов) 32% (9 респондентов)  3% (1 респондент)	83% (24 респондента) 17% (5 респондентов)
9. Пробовали ли Вы когда-нибудь наркотические, токсические вещества, вещества, повышающие результативность?		
А. Да. Б. Нет.	100% (29 респондентов)	100% (29 респондентов)
10. Какое из следующих утверждений наиболее относится к Вам?		
А. Я никогда не рассматривал возможность использования запрещенного вещества, повышающего результативность. Б. На одном из этапов я задумался об использовании запрещенного вещества, повышающего результативность. В. Я до сих пор время от времени думаю об использовании запрещенного вещества, повышающего результативность, потому что другие спортсмены их используют. Г. Я недолго в прошлом использовал запрещенное вещество, повышающее результативность, но больше нет. Д. Я иногда в настоящее время использовал запрещенное вещество, повышающее результативность, для конкретных целей. Е. Я регулярно пробую или использую запрещенные вещества, повышающие результативность.	97% (28 респондентов)  3% (1 респондент)	97% (28 респондентов)  3% (1 респондент)
11. Что Вы считаете вредным для Вашего здоровья?		
Рациональное питание (много жирного и сладкого, мало овощей и фруктов), переедание		
Вредно. Трудно сказать. Совсем не вредно.	86% (25 респондентов) 7% (2 респондента) 7% (2 респондента)	93% (27 респондентов) 7% (2 респондента)
Употребление алкоголя		
Вредно. Трудно сказать. Совсем не вредно.	97% (28 респондентов)  3% (1 респондент)	100% (29 респондентов)
Употребление наркотиков		
Вредно. Трудно сказать. Совсем не вредно.	97% (28 респондентов) 3% (1 респондент)	100% (29 респондентов)
Сидячий образ жизни		
Вредно. Трудно сказать. Совсем не вредно.	76% (22 респондента) 17% (5 респондентов) 7% (2 респондента)	90% (26 респондентов) 10% (3 респондента)

Курение		
Вредно. Трудно сказать. Совсем не вредно.	100% (29 респондентов)	100% (29 респондентов)
Недоедание		
Вредно. Трудно сказать. Совсем не вредно.	65% (19 респондентов) 28% (8 респондентов) 7% (2 респондента)	79% (23 респондента) 21% (6 респондентов)
Запрещенные вещества, повышающие результативность		
Вредно. Трудно сказать. Совсем не вредно.	86% (25 респондентов) 14% (4 респондента)	97% (28 респондентов) 3% (1 респондент)

На вопрос о самой распространенной пагубной привычке – курении – 100% учащихся-спортсменов ответили утвердительно. Это является хорошим показателем, ведь для спортсменов курение негативно сказывается на росте мышц, приводит к ухудшению метаболизма.

Недоедание как один из компонентов неправильного питания только 19 респондентов (65%) считают вредным, 8 ребят (28%) затруднились в ответе. И что удивительно, 2 респондента (7%) посчитали совсем не вредным. Это может говорить об их недостаточной информированности в вопросах правильного питания. Ведь при недоедании организм не получает достаточное количество белков, жиров, углеводов, минералов и витаминов, а данные вещества являются наиболее ценными для спортсменов.

На вопрос о вредности запрещенных веществ, повышающих результативность, большинство учащихся-спортсменов – 25 респондентов (86%) – ответило утвердительно. И только 4 респондента (14%) затруднились в ответе.

Большинство респондентов выразило мнение о том, что обсуждать темы, которые касаются негативного влияния алкоголя, никотина, наркотических средств на организм человека, болезней, передаваемых половым путем, необходимо начинать с младшего школьного возраста. Таким образом, можно сказать, что профилактические беседы нужно проводить не только для старшеклассников, но и для детей помладше.

В целом учащиеся училища ориентированы на здоровый образ жизни. Каждый из них старается правильно питаться, заниматься физическими нагрузками, придерживаться здорового образа жизни. Приоритетом для учащихся-спортсменов являются регулярные занятия спортом, их ежедневное выполнение и знания о здоровом образе жизни. Что касается таких пагубных привычек, как употребление алкоголя, наркотиков, запрещенных веществ, повышающих результативность, и курения, то данные темы не интересны для ребят. Вместе с тем некоторые вопросы, касающиеся здорового образа жизни, вызвали затруднения в ответе, что говорит о необходимости формирования у учащихся представлений о сущности здорового образа жизни и расширении кругозора в сфере здоровья. Так как физиологические и гигиенические аспекты рассматриваются только в 9–10 классах, то встает вопрос о создании программы факультативных занятий для 8 класса, направленной на формирование у учащихся знаний о своем здоровье и правильного отношения к здоровому образу жизни.

Результаты проведенного анкетирования показали, что во многих вопросах, касающихся здорового образа жизни, учащиеся затрудняются в ответах, а иногда и просто выбирают неверные суждения. Таким образом, вся полученная информация свидетельствует об отсутствии у учащихся-спортсменов представлений о здоровом образе жизни, его сущности и основных принципах. Это лишь доказывает необходимость создания программы факультатива, направленной на повышение уровня знаний и навыков по сохранению и укреплению индивидуального здоровья, что будет способствовать повышению уровня адаптированности учащихся к условиям социальной жизни.

Нами разработана учебная программа факультатива «Здоровый образ жизни», которая прошла рецензирование на кафедре анатомии и физиологии УО «Витебский государственный университет



имени П.М. Машерова», а также в УО «Витебское государственное училище олимпийского резерва». Основная цель наших факультативных занятий – формирование устойчивых представлений о здоровом образе жизни у учащихся-спортсменов, которые должны стать основным компонентом их личностной культуры.

Ключевыми задачами, которые решались на факультативных занятиях, были:

- формирование ценностного подхода к индивидуальному здоровью;
- изучение основных факторов здоровья и принципов здорового образа жизни;
- формирование умений и навыков, необходимых для сохранения и укрепления индивидуального и общественного здоровья.

Учебная программа факультативных занятий «Здоровый образ жизни» рассчитана на 18 часов и предназначена для учащихся 8 класса училища олимпийского резерва. В отборе содержания руководствовались возрастными особенностями восприятия некоторых тем, касающихся индивидуально-го здоровья. Тематический план представлен в табл. 3.

Таблица 3

Тематический план факультативных занятий «Здоровый образ жизни»

№ п/п	Тема	Количество часов (всего)	Из них	
			Теоретические занятия	Практические занятия
1.	Введение	2	1	1
2.	Физическое здоровье, здоровый стиль жизни	3	2	1
3.	Гигиенические аспекты здорового образа жизни	3	2	1
4.	Вредные привычки, зависимое поведение и его влияние на здоровье	3	2	1
5.	Экологические аспекты здорового образа жизни	2	1	1
6.	Психическое здоровье и роль эмоциональной сферы в сохранении здоровья	3	2	1
7.	Режим труда и отдыха учащегося	2	1	1

В теме «Введение» даны понятия «валеология», «здоровье», «болезнь», «здоровый образ жизни». Акцентируется внимание на видах здоровья и роли здорового образа жизни в жизнедеятельности учащихся-спортсменов.

Резервные возможности организма подростка, проблемы, связанные с нарушением физического здоровья учащихся-спортсменов (гиподинамия, искривление осанки, бронхоспазм, болевой печеночный синдром, перетренировка, перенапряжение), методы сохранения и укрепления физического здоровья изучаются в теме «Физическое здоровье. Здоровый стиль жизни учащегося».

Понятие «гигиена», роль гигиены подростка в сохранении и укреплении здоровья, репродуктивное здоровье, культура питания, особенности рационального питания спортсменов рассматриваются в теме «Гигиенические аспекты здорового образа жизни учащегося».

Тема «Вредные привычки. Зависимое поведение и его влияние на здоровье учащегося» включает вопросы: социальные болезни личности (игровая зависимость), вещества, влияющие на психическое состояние учащегося, пагубное воздействие и профилактика курения, наркомании, токсикомании, алкоголизма, использование средств для повышения спортивной работоспособности.

Воздействие экологически неблагоприятных факторов окружающей среды на организм учащегося-спортсмена, адаптационные возможности и резервы организма подростка в условиях неблагоприятной экологической ситуации анализируются в теме «Экологические аспекты здорового образа жизни».

В теме «Психическое здоровье. Роль эмоциональной сферы в сохранении и укреплении учащегося» раскрываются понятия и вопросы: психическое здоровье, пути его сохранения и средства укрепления, стресс и дистресс в спортивной деятельности учащихся-спортсменов.

Биоритмы организма респондентов, меры предупреждения переутомления и умственного перенапряжения, планирование рационального режима дня учащегося-спортсмена изучаются в теме «Режим труда и отдыха учащегося».

Для достижения цели и решения поставленных задач нами были разработаны методические материалы, включающие презентации, разработки уроков. Данное методическое сопровождение прошло рецензирование на кафедре анатомии и физиологии УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова», а также в УО «Витебское государственное училище олимпийского резерва». Факультативные занятия проводились 1 раз в неделю на протяжении 4 месяцев с ноября по февраль (2017–2018 учебный год). В результате освоения программы факультатива «Здоровый образ жизни» учащиеся имеют представление о здоровом образе жизни, школьной гигиене, правилах питания, биоритмологических особенностях респондентов и других факторах сохранения и укрепления здоровья.

После проведения факультативных занятий было осуществлено повторное анкетирование, результаты которого представлены в табл. 1 и 2. Что касается вопроса об условиях, необходимых для сохранения своего здоровья, то результаты остались примерно такими же, как и ранее: большинство учащихся указало на регулярные занятия спортом (32%), знания по заботе о здоровье (18%) и на выполнение правил здорового образа жизни (18%). Наименее же важными условиями ребята назвали отсутствие умственных и физических перегрузок (7%), наличие финансовых средств для качественного питания и занятий спортом (11%), а также хорошую наследственность (13%) (вопр. 2). После проведения факультативных занятий изменился взгляд учащихся на знания, относящиеся к проблеме сохранения здоровья. Так, практически все испытуемые (94%) хотят получать информацию о здоровье и находят ее всегда полезной, остальные (6%) не всегда согласны с актуальностью этих данных (вопр. 3).

Наиболее достоверными сведениями о здоровье, по мнению учащихся, владеют их родители (36%), доверие к информации, полученной в училище, по сравнению с прошлым результатом возросло (25%). Меньше всего ребята доверяют информации в интернете (9%) и из журналов и книг (9%). Информацию же, полученную из телевизионных передач, ребята, посчитали более полезной (13%) (вопр. 5).

Снизилось количество учащихся, которые употребляют алкоголь один или 2 раза в месяц (вопр. 7). Лишь 1 учащийся-спортсмен (3%) на одном из этапов задумывался об использовании допинга. Остальные 28 респондентов (97%) никогда не рассматривали подобную возможность (вопр. 9).

Проанализировав снова вопрос о том, какие темы больше всего интересуют учащихся-спортсменов, можно сказать, что на первое место ребята так же, как и в прошлый раз, поставили физические упражнения и спорт (27%), ведь это, несомненно, является важным компонентом их жизни. Далее следуют снижение и набор веса (18%) и управление эмоциями (18%), что тоже является необходимым в спортивной деятельности. Информацию о половом воспитании (6%), нарушении питания (9%), инфекциях, передаваемых половым путем (6%), и межличностных отношениях (9%) ребята посчитали менее интересной (вопр. 10).

27 респондентов (93%) отметили вредность неправильного питания, только у 2 респондентов (7%) по-прежнему остались сомнения. Что касается употребления алкоголя, то в этот раз абсолютно все ребята (100%) убеждены, что это вредно. Употребление наркотиков также 100% учащихся считают вредным для здоровья. На вопрос о вреде курения все учащиеся-спортсмены ответили утвердительно. Недоедание как один из компонентов неправильного питания только 23 респондента (79%) считают вредным, а 6 ребят (21%) по-прежнему затрудняются в ответе. Возможно, вопросам питания следует выделить больше материалов. На вредность запрещенных веществ, повышающих результативность, указывает снова большинство ребят (97%), и только 3% сомневаются в этом. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения у учащихся 8 класса факультатива «Здоровый образ жизни», направленного на формирование у них представлений о сущности здорового образа жизни, изучение принципов правильного питания, личной гигиены и репродуктивного здоровья, а также выявление негативных сторон употребления наркотиков, алкоголя и курения.

**Заклучение.** Таким образом, учащиеся-спортсмены училища олимпийского резерва в целом ориентированы на здоровый образ жизни. Вместе с тем в вопросах, касающихся рационального питания, вредных привычек, организации своего умственного труда и профилактики стрессовых воздействий, учащиеся сомневаются в ответах или выбирают неверные суждения, что связано с недостаточным уровнем знаний о здоровом образе жизни и узким кругозором в сфере здоровья.

Проведение факультативных занятий по разработанной учебной программе «Здоровый образ жизни» с использованием методических материалов для учащихся 8 класса способствует повышению уровня знаний и навыков по сохранению и укреплению индивидуального здоровья.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Янбухтин, Т.А. К проблеме формирования здорового образа жизни подростков и включенности их в досуговую спортивно-оздоровительную деятельность в условиях мегаполиса / Т.А. Янбухтин // Педагогика и психология образования. – 2011. – № 2. – С. 43–50.
2. Маркелов, С.М. Организационно-педагогическое сопровождение деятельности детских туристских объединений как фактор формирования навыков и культуры здорового образа жизни подростков / С.М. Маркелов // Педагогическое искусство. – 2018. – № 1. – С. 97–100.
3. Панкова, Ю.О. Системный подход в формировании ценностной ориентации старших подростков на здоровый образ жизни / Ю.О. Панкова // АНИ: педагогика и психология. – 2017. – № 2(19). – С. 121–124.
4. Савицкий, А.А. К вопросу формирования активности здорового образа жизни у школьников подросткового возраста / А.А. Савицкий // Вестник ЛГУ им. А.С. Пушкина. – 2017. – № 4. – С. 219–226.
5. Зуйкова, А.К. Здоровый образ жизни подростков: нерешенные проблемы / А.К. Зуйкова // Здоровье и образование в XXI веке. – 2012. – № 4. – С. 364–365.

#### REFERENCES

1. Yanbukhtin T.A. *Pedagogika i psikhologiya obrazovaniya* [The Science of Education and Psychology], 2011, 2, pp. 43–50.
2. Markelov S.M. *Pedagogicheskoye iskusstvo* [Pedagogical Art], 2018, 1, pp. 97–100.
3. Pankova Yu.O. *ANI: pedagogika i psikhologiya* [ANI: Science of Education and Psychology], 2017, 2(19), pp. 121–124.
4. Savitski A.A. *Vestnik LGU im. A.S. Pushkina* [Journal of Leningrad State A.S. Pushkin University], 2017, 4, pp. 219–226.
5. Zuikova A.K. *Zdoroviye i obrazovaniye v XXI veke* [Health and Education in the 21<sup>st</sup> Century], 2012, 4, pp. 364–365.

Поступила в редакцию 01.11.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: kanatiphiz@vsu.by – Прищепа И.М.

---

## ПРАВИЛЫ ДЛЯ АЎТАРАЎ

1. «Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта» публікуе вынікі навуковых даследаванняў, якія праводзяцца ў Віцебскім дзяржаўным універсітэце, навуковых установах і ВУН рэспублікі, СНД і іншых краін. Асноўным крытэрыем мэтазгоднасці публікацыі з'яўляецца навізна і арыгінальнасць артыкула. Навуковы часопіс уключае ў Пералік навуковых выданняў, рэкамендаваных ВАК Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў па біялагічных, педагагічных, фізіка-матэматычных навуках. Па-за чаргой публікуюцца навуковыя артыкулы аспірантаў апошняга года навучання (уключаючы артыкулы, якія падрыхтаваны імі ў сааўтарстве) пры ўмове іх поўнай адпаведнасці патрабаванням, што прад'яўляюцца да навуковых публікацый выдання.

2. Патрабаванні да афармлення артыкула:

2.1. Рукапісы артыкулаў прадстаўляюцца на беларускай, рускай ці англійскай мове.

2.2. Кожны артыкул павінен утрымліваць наступныя элементы:

- індэкс УДК;
- назва артыкула;
- прозвішча і ініцыялы аўтара (аўтараў);
- арганізацыя, якую ён (яны) прадстаўляе;
- ўводзіны;
- раздзел «Матэрыял і метады»;
- раздзел «Вынікі і іх абмеркаванне»;
- заключэнне;
- спіс выкарыстанай літаратуры.

2.3. Назва артыкула павінна адлюстроўваць яго змест, быць па магчымасці лаканічнай, утрымліваць ключавыя словы, што дазволіць індэксаваць артыкул.

2.4. Ва ўводзінах даецца кароткі агляд літаратуры па праблеме, указваюцца не вырашаныя раней пытанні, фармулюецца і абгрунтоўваецца мэта, падаюцца спасылкі на працы іншых аўтараў за апошнія гады, а таксама на замежныя публікацыі.

2.5. Раздзел «Матэрыял і метады» ўключае апісанне метадыкі, тэхнічных сродкаў, аб'ектаў і зместу даследаванняў, праведзеных аўтарам (аўтарамі).

2.6. У раздзеле «Вынікі і іх абмеркаванне» аўтар павінен зрабіць высновы з пункту гледжання іх навуковай навізны і супаставіць з адпаведнымі вядомымі дадзенымі. Гэты раздзел можа дзяліцца на падраздзелы з паясняльнымі падзагалюнкамі.

2.7. У заключэнні ў сціслым выглядзе павінны быць сфармуляваны атрыманыя вынікі, з указаннем на дасягненне пастаўленай мэты, навізну і магчымасці прымянення на практыцы.

2.8. Спіс літаратуры павінен уключаць не больш за 12 спасылак. Спасылкі нумаруюцца адпаведна з парадкам іх цытавання ў тэксце. Парадкавыя нумары спасылак пішуцца ў квадратных дужках па схеме: [1], [2]. Спіс літаратуры афармляецца ў адпаведнасці з патрабаваннямі ДАСТ – 7.1-2003. Спасылкі на неапублікаваныя працы, дысертацыі не дапускаюцца. Указваецца поўная назва аўтарскага пасведчання і дэпаніраванага рукапісу, а таксама арганізацыя, якая прад'явіла рукапіс да дэпаніравання.

2.9. Артыкулы падаюцца ў рэдакцыю аб'ёмам не менш за 0,35 аўтарскага аркуша 14000 друкаваных знакаў, з прабеламі паміж словамі, знакамі прыпынку, лічбамі і інш.), надрукаваных праз адзін інтэрвал, шрыфт Times New Roman памерам 11 пт. У гэты аб'ём уваходзяць тэкст, табліцы, спіс літаратуры. Колькасць малюнкаў не павінна перавышаць трох. Малюнкi і схемы павінны падавацца асобнымі файламі ў фармаце jpg. Фатаграфіі ў друк не прымаюцца. Артыкулы павінны быць падрыхтаваны ў рэдактары Word для Windows. Простыя формулы і літарныя абазначэнні велічынь трэба ўстаўляць, выкарыстоўваючы Symbol (напрыклад,  $\infty$ ,  $A_1$ ,  $\beta^k$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ). Складаныя формулы набіраюцца тым жа шрыфтам і памерам, што і асноўны тэкст, пры дапамозе рэдактара формул Equation.

2.10. У дадатак да папяровай версіі артыкула ў рэдакцыю здаецца электронная версія матэрыялаў. Электронная і папяровая версіі артыкула павінны быць ідэнтычнымі. Адрас электроннай пошты ўніверсітэта (auka@vsu.by).

3. Да артыкула дадаюцца наступныя матэрыялы (на асобных лістах):

- рэферат (100–250 слоў), які павінен дакладна перадаваць змест артыкула і быць прыдатным для апублікавання ў анатацыях да часопісаў асобна ад артыкула, і ключавыя словы на мове арыгінала. Ён павінен мець наступную структуру: ўводзіны, мэта, матэрыял і метады, вынікі і іх абмеркаванне, заключэнне;
- назва артыкула, прозвішча, імя, імя па бацьку аўтара (поўнаасцю), месца яго працы, рэферат, ключавыя словы і спіс літаратуры на англійскай мове;
- нумар тэлефона, адрас электроннай пошты аўтара;
- рэкамендацыя кафедры (навуковай лабараторыі) да друку;
- экспертнае заключэнне аб магчымасці апублікавання матэрыялаў у друку;

4. Артыкулы, якія дасылаюцца ў рэдакцыю часопіса, падлягаюць абавязковай праверцы на арыгінальнасць і карэктнасць запазычанняў сістэмай «Антыплагіят.ВНУ». Для арыгінальных навуковых артыкулаў ступень арыгінальнасці павінна быць не менш за 85%, для аглядаў – не менш за 75%.

5. Па рашэнні рэдкалегіі артыкул накіроўваецца на рэцэнзію, затым візіруецца членам рэдкалегіі. Вяртанне артыкула аўтару на дапрацоўку не азначае, што ён прыняты да друку. Перапрацаваны варыянт артыкула зноў разглядаецца рэдкалегіяй. Датай паступлення лічыцца дзень атрымання рэдакцыйнай канчатковага варыянта артыкула.

6. Накіраванне ў рэдакцыю раней апублікаваных або прынятых да друку ў іншых выданнях работ не дапускаецца.

7. Адказнасць за прыведзеныя ў матэрыялах факты, змест і дакладнасць інфармацыі нясуць аўтары.

---

## GUIDELINES FOR AUTHORS

1. «Vesnik of Vitebsk State University» publishes results of scientific research conducted at Vitebsk State University as well as at scientific institutions and universities, CIS and other countries. The main criterion for the publication is novelty and specificity of the article. The scientific journal is included into the List of scientific publications recommended by Supreme Qualification Commission (VAK) of the Republic of Belarus for publishing the results of dissertation research in biological, pedagogical, physical and mathematical sciences. The priority for publication is given to scientific articles by postgraduates in their last year (including their articles written with co-authors) on condition these articles correspond the requirements for scientific articles of the journal.

2. Guidelines for the layout of a publication:

2.1. Articles are to be in Belarusian, Russian or English.

2.2. Each article is to include the following elements:

- UDK index;
- title of the article;
- name and initial of the author (authors);
- institution he (she) represents;
- introduction;
- «Material and methods» section;
- «Findings and their discussion» section;
- conclusion;
- list of applied literature.

2.3. *The title* of the article should reflect its contents, be laconic and contain key words which will make it possible to classify the article.

2.4. *The introduction* should contain a brief review of the literature on the problem. It should indicate not yet solved problems. It should formulate the aim; give references to the recent articles of other authors including foreign publications.

2.5. «*Material and methods*» section includes the description of the method, technical aids, objects and contents of the author's (authors') research.

2.6. In «*Findings and their discussion*» section the author should draw conclusions from the point of view of their scientific novelty and compare them with the corresponding well-known data. This section can be divided into sub-sections with explanatory subtitles.

2.7. *The conclusion* should contain a brief review of the findings, indicating the achievement of this goal, their novelty and possibility of practical application.

2.8. The list of literature shouldn't include more than 12 references. The references are to be numerated in the order of their citation in the text. The order number of a reference is given in square brackets e.g. [1], [2]. The layout of the literature list layout is to correspond State Standard (GOST) – 7.1-2003. References to articles and theses which were not published earlier are not permitted. A complete name of the author's certificate and the deposited copy is indicated as well as the institution which presented the copy for depositing.

2.9. Two copies of articles of at least 0,35 of an author sheet size (14000 printing symbols with blanks, punctuation marks, numbers etc.), interval 1, Times New Roman 11 pt are sent to the editorial office. This size includes the text, charts and list of literature. Not more than three pictures are allowed. Pictures and schemes are to be presented in individual *.jpg* files. Photos are not allowed. Articles should be typed in Word for Windows. Simple formulas and alphabetical symbols of dimensions should be put by using Symbol (e.g.  $\infty$ ,  $A_1$ ,  $\beta^k$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ). Complicated formulas are typed by the same point and size as the basic text with the help of formula's editor Equation.

2.10. The electronic version should be attached to the paper copy of the article submitted to the editorial board. The electronic and the paper copies of the article should be identical. The university e-mail address is nauka@vsu.by).

3. Following materials (on separate sheets) are attached to the article:

- summary (100–250 words), which should precisely present the contents of the article, should be liable for being published in magazine summaries separately from the article as well as the key words in the language of the original. The structure of the summary is the following: introduction, objective, material and methods, findings and their discussion, conclusion;
- title of the article, surname, first and second names of the author (without being shortened), place of work, summary, key words and the list of literature should be in English;
- author's telephone number, e-mail address;
- recommendation of the department (scientific laboratory) to publish the article;
- expert conclusion on the feasibility of the publication;

4. All articles submitted to the editorial office of the journal are subject to mandatory verification of originality and correctness of borrowings by the Antiplagiat.VUZ system. For original scientific articles the degree of originality should be at least 85%, for reviews - at least 75%.

5. On the decision of the editorial board the article is sent for a review, and then it is signed by the members of the editorial board. If the article is sent back to the author for improvement it doesn't mean that it has been accepted for publication. The improved variant of the article is reconsidered by the editorial board. The article is considered to be accepted on the day when the editorial office receives the final variant.

6. Earlier published articles as well as articles accepted for publication in other editions are not admitted.

7. The authors carry responsibility for the facts provided in the articles, the content and the accuracy of the information.

---

---

Выдавец і паліграфічнае выкананне – установа адукацыі  
«Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П.М. Машэрава».

Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі ў якасці выдаўца,  
вытворцы, распаўсюджвальніка друкаваных выданняў  
№ 1/255 ад 31.03.2014 г.

Надрукавана на рызографе ўстановы адукацыі  
«Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П.М. Машэрава».  
210038, г. Віцебск, Маскоўскі праспект, 33.

Пры перадрукаванні матэрыялаў спасылка  
на «Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта» з’яўляецца абавязковай.

---